



Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais  
GPDEN

**Seminário de Gestão de Riscos Ambientais**  
Jaraguá do Sul-SC, 29 e 30 de outubro de 2014



# Riscos Geológicos

**Masato Kobiyama** ([masato.kobiyama@ufrgs.br](mailto:masato.kobiyama@ufrgs.br))

Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais ([www.ufrgs.br/gpden](http://www.ufrgs.br/gpden))

Instituto de Pesquisas Hidráulicas – IPH

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS





Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais  
GPDEN

**Seminário de Gestão de Riscos Ambientais**  
Jaraguá do Sul-SC, 29 e 30 de outubro de 2014



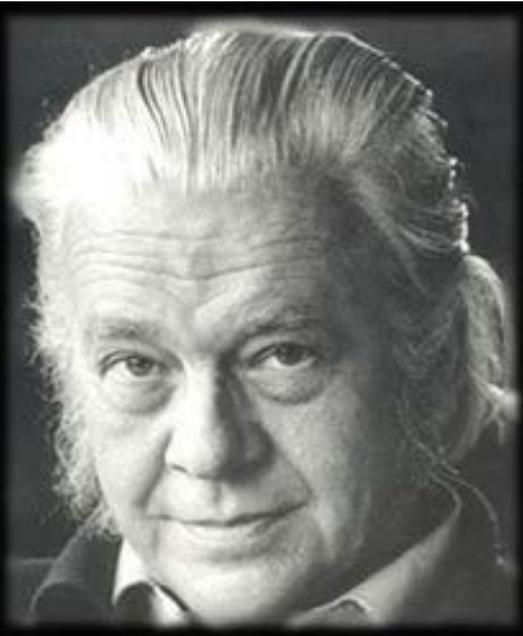
# Aplicação de hidrologia para redução de desastres naturais, no contexto de gestão de riscos e desastres

**Masato Kobiyama** ([masato.kobiyama@ufrgs.br](mailto:masato.kobiyama@ufrgs.br))

Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais ([www.ufrgs.br/gpdn](http://www.ufrgs.br/gpdn))

Instituto de Pesquisas Hidráulicas – IPH

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

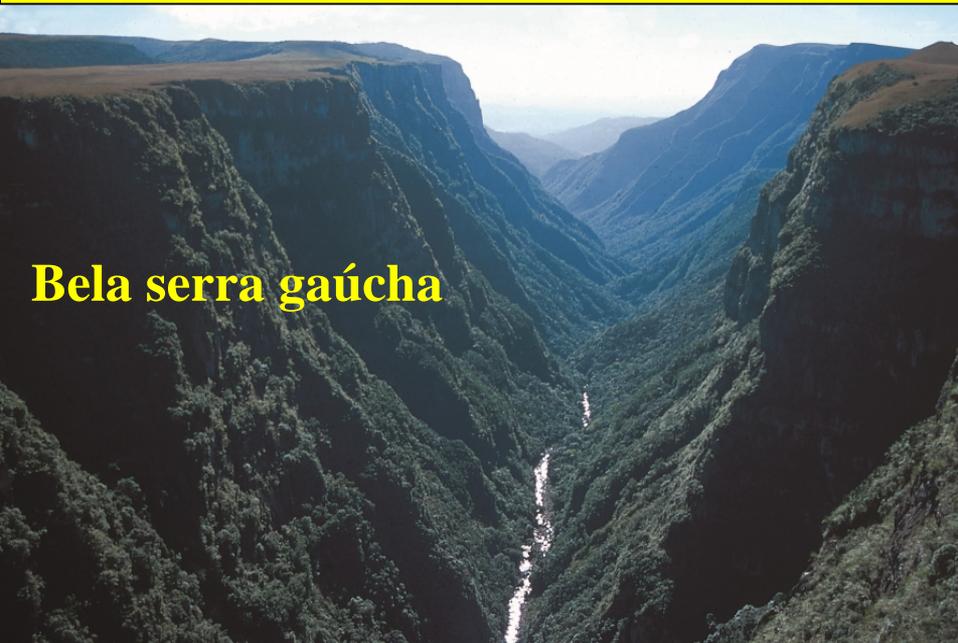




**Bela e montanhosa Santa Catarina**



Meu “*background*” pensamento de montanha



**Bela serra gaúcha**

**Cidade de Kitakata,  
Estado de Fukushima, Japão**



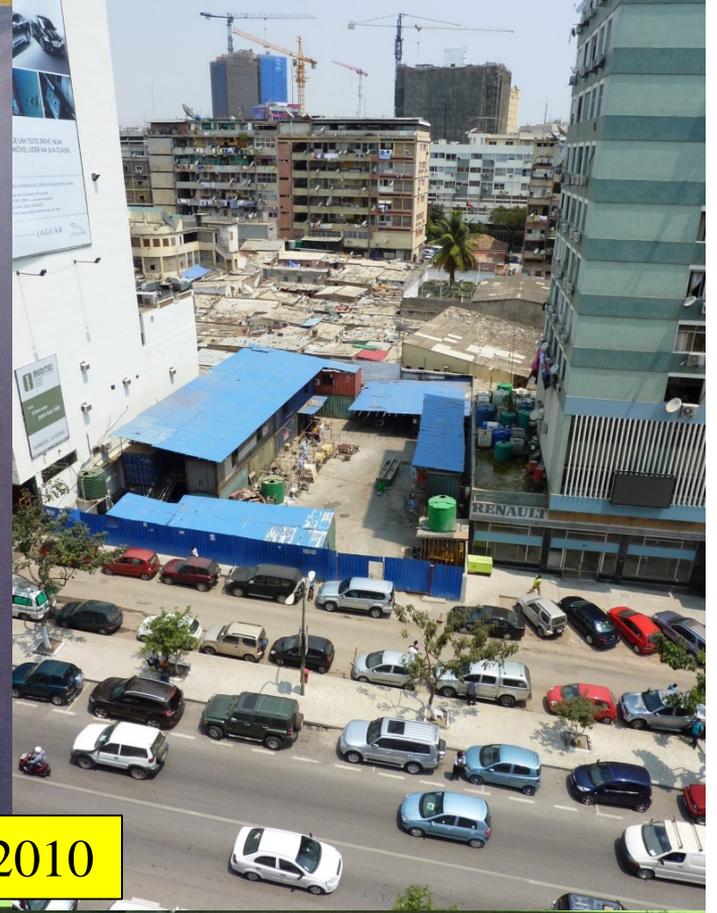
**Se não gerenciar a água, não vai conseguir governar o país.**  
(Provérbio chinês)



XIV JORNADAS TÉCNICO-CIENTÍFICAS DA FESA

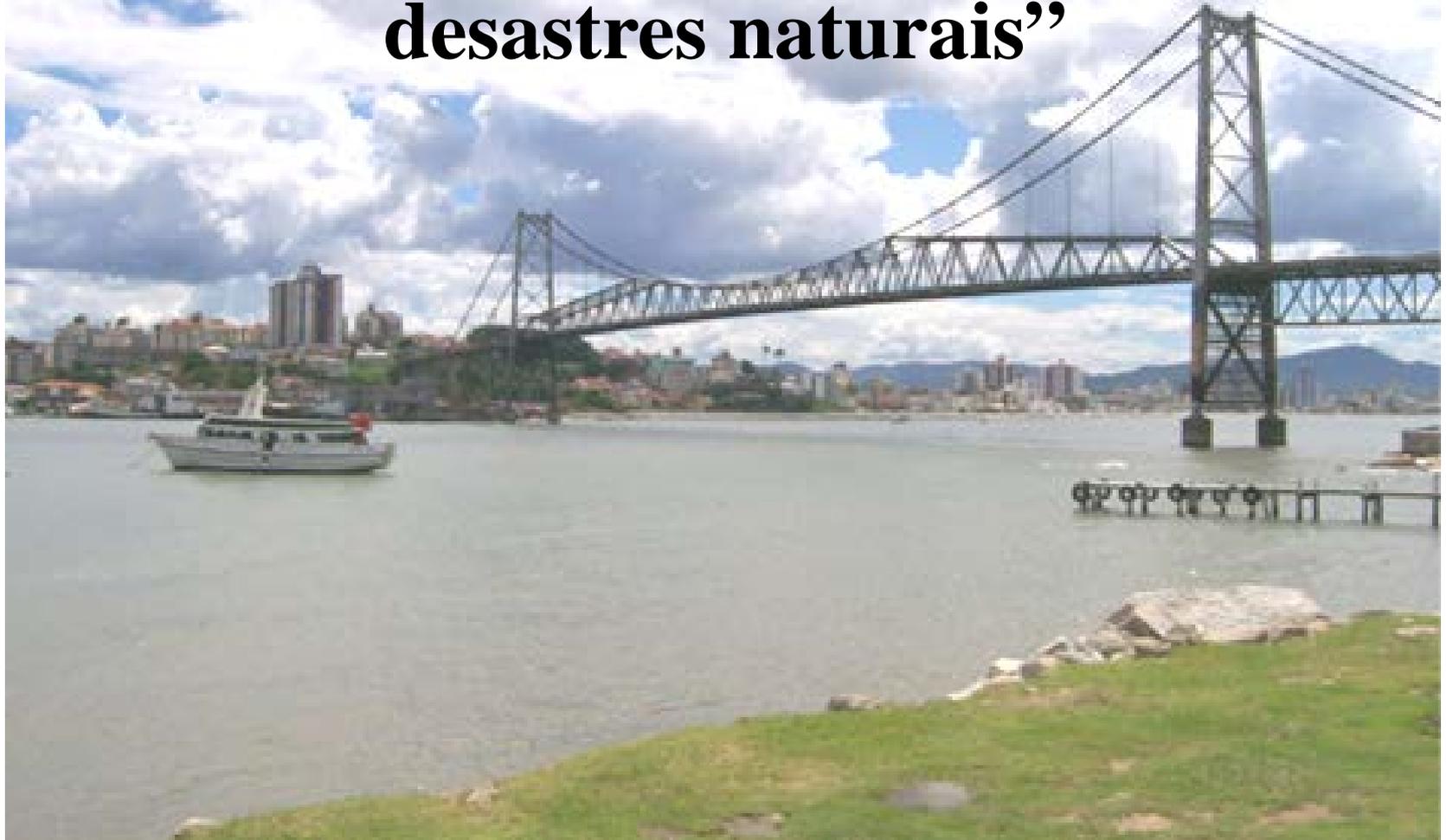
# A água como factor de desenvolvimento

Luanda – Angola, 21-24/09/2010



**Projeto de Extensão da UFSC (2006 – 2012)**

# **“Aprender hidrologia para prevenção de desastres naturais”**



**Laboratório de Hidrologia ([www.labhidro.ufsc.br](http://www.labhidro.ufsc.br))  
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental  
Universidade Federal de Santa Catarina**

Projeto de Extensão da **UFRGS** (2013 – 2027????)

# “Aprender hidrologia para prevenção de desastres naturais”



**Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais – GPDEN ([www.ufrgs.br/gpden](http://www.ufrgs.br/gpden))**

**Instituto de Pesquisas Hidráulicas  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul**

Motivo 1:

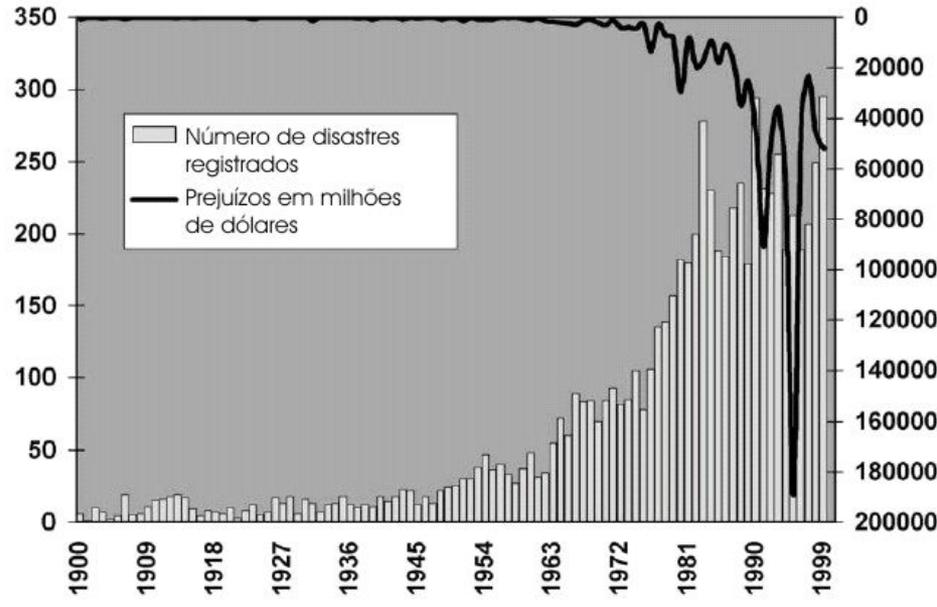
Aumento de desastres hidro(meteoro)lógicos

Motivo 2:

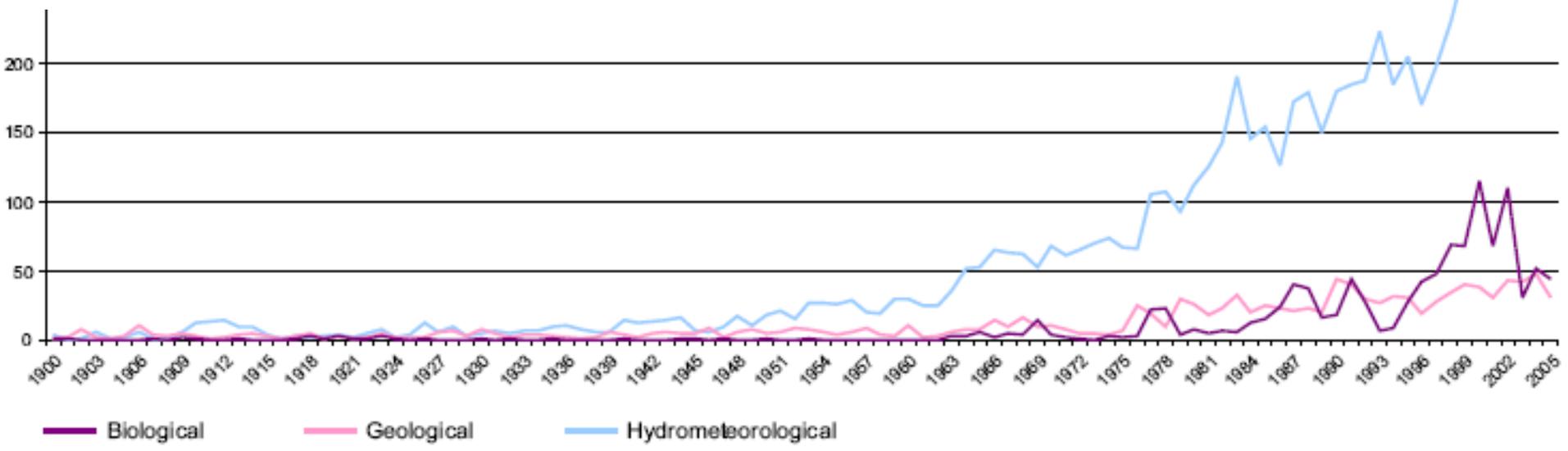
Não popularidade da hidrologia!!!!

Motivo 3:

Tsunami no sul da Ásia em 2004



Número de desastres naturais e seus prejuízos associados no mundo. (Adaptação de Alcántara-Ayara, 2002)



Séries temporais dos desastres hidrometeorológicos, geológicos e biológicos no mundo no período 1900-2005. (Fonte: UNISDR, 2007)



D: “O que você ensina?”

M: “Hidrologia.”

D: “O que?????”

M: “Hidrologia!!!”

D: “O que?????”

M: “HI-DRO-LO-GIA!!!”

D: “Ah, ideorologia?”

M: “Não, não, ciência da água. Hidrologia!”

D: “É mesmo? Interessante!!!!?????” M: “Você entendeu mesmo???”

# Meu retrato falado!!

# Conhece esta moça?



# Tilly Smith



## O que ela fez?

Duas semanas antes de ir para a Tailândia, **durante uma aula de geografia**, Tilly Smith de 10 anos aprendeu a observar o comportamento do mar antes de um tsunami .

No dia 26 de dezembro de 2004, em uma praia da Tailândia, Tilly soube o que estava acontecendo quando viu o mar recuar na praia e, assim, **salvou mais de 100 pessoas** ao alertar seus pais sobre a vinda de um tsunami.

**Um dos bons exemplos que demonstram a importância da conscientização (educação)!**



As disciplinas científicas e tecnológicas envolvidas no estudo de desastres naturais relacionam-se com:

- (i) o perigo ambiental (**hidrologia**, geologia, geofísica, sismologia, vulcanologia, meteorologia e biologia),
- (ii) o ambiente construído (**engenharia** e arquitetura),
- (iii) o ambiente da política (sociologia, ciências humanas, ciências políticas, e ciência de gerência).

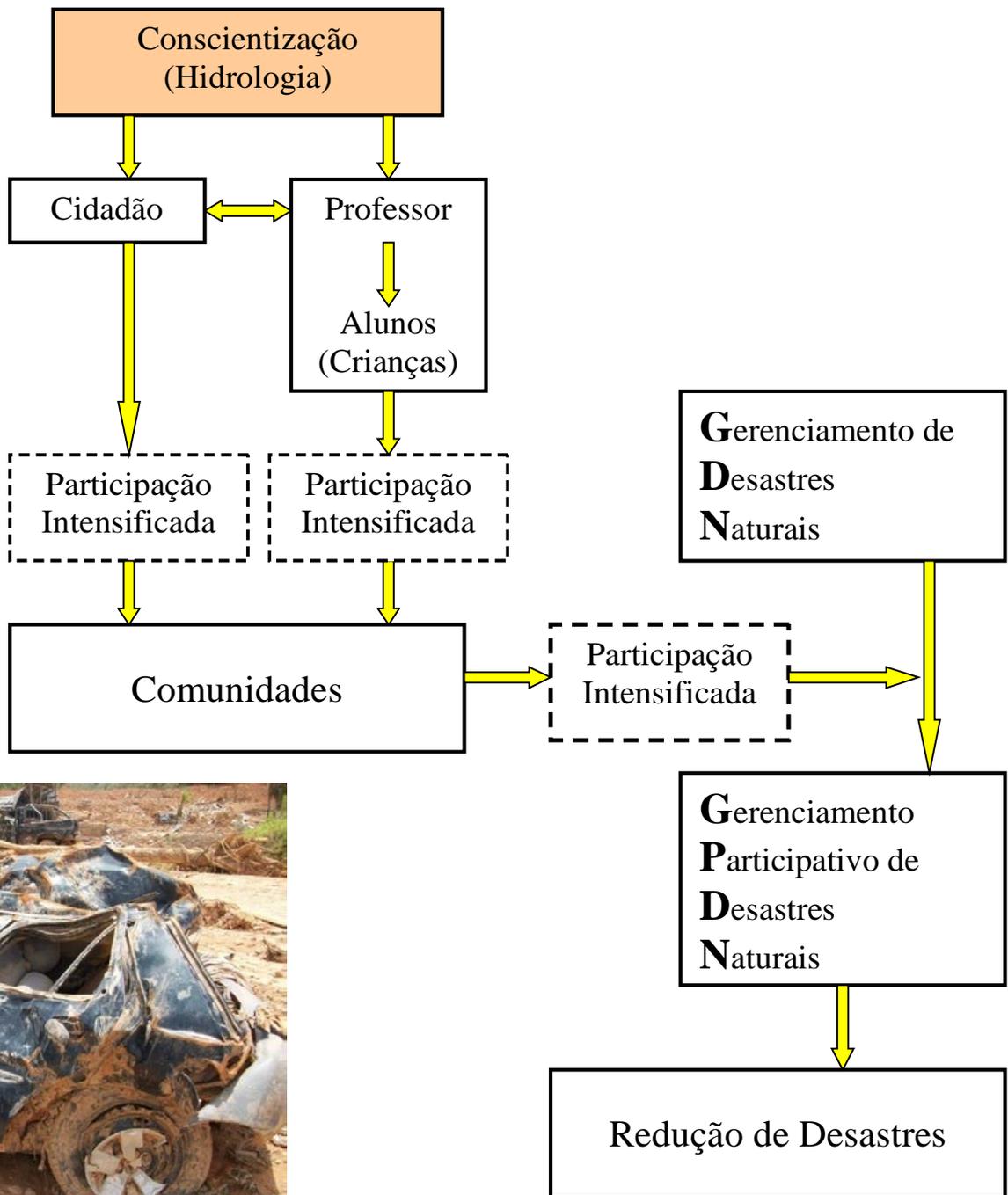
UNESCO (2007)

Iniciação do projeto de extensão

“Aprender hidrologia para prevenção de desastres naturais”  
em abril de 2006, na UFSC

## Objetivos

- (1) produzir materiais didáticos **gratuitos** para o entendimento e a aplicação da hidrologia pelas comunidades para prevenção de desastres naturais;
- (2) realizar cursos, encontros, e seminários **gratuitos** juntos com prefeituras, escolas, associações, etc., a fim de conscientização.



# PREVENÇÃO DE DESASTRES NATURAIS

## CONCEITOS BÁSICOS



MASATO KOBAYAMA  
MAGALY MENDONÇA  
DAVIS ANDERSON MORENO  
ISABELA P. V. DE OLIVEIRA MARCELINO  
EMERSON V. MARCELINO  
EDSON F. GONÇALVES  
LETICIA LUIZA PENTEADO BRAZETTI  
ROBERTO FABRIS GOERL  
GUSTAVO SOUTO FONTES MOLLERI  
FREDERICO DE MORAES RUDORFF

“Conceitos básicos”

“de 1851 - 2008”

disponível em [www.labhidro.ufsc.br](http://www.labhidro.ufsc.br))

“Prevenção de Desastres Naturais”

disponível em [www.labhidro.ufsc.br](http://www.labhidro.ufsc.br))

(evento)

<b>Município</b>	<b>Período</b>	<b>Duração</b>	<b>Público participante</b>
Rio Negrinho /SC	19/10/06	4 horas	Professores da rede pública
Rio Negrinho /SC	20/10/06	4 horas	Professores da rede pública
Tubarão /SC	7 a 9/03/07	16 horas	Profissionais da área e estudantes
Itaiópolis /SC	3 a 11/08/07	40 horas	Professores da rede pública
Rio do Sul/SC	27 e 28/09/07	12 horas	Profissionais da área e ONGs
Florianópolis/SC	23 a 25/10/07	12 horas	Estudantes (V ENEEAmb)
Rio Negrinho/SC	19 e 20/05/08	8 horas	Profissionais da área e estudantes
Gaspar/SC	21/05/08	3 horas	Profissionais ( <b>Prefeitura</b> )
Belo Horizonte/MG	02/08/08	8 horas	Geomorfólogos (VII SINAGEO)
Florianópolis/SC	16/08/08	8 horas	Moradores locais e estudantes
Florianópolis/SC	28 a 30/10/08	9 horas	Estudantes (SEMESAM)
São José/SC	31/03 e 01, 07, e 08/04/09	16 horas	Profissionais ( <b>Prefeitura</b> )
Viçosa/MG	28 a 31/07/09	16 horas	Estudantes (VII ENEEAmb)
Presidente Prudente/SP	23/10/09	8 horas	Estudantes (VSEAUPP)
Porto Alegre/RS	26 a 30/10/09	40 horas	Engenheiros ( <b>Ministério Público Gaúcho</b> )
Lages/SC	13/11/09	4 horas	Estudantes (Semana de Eng Amb)

## Realização de (mini)cursos

<b>Município</b>	<b>Período</b>	<b>Duração</b>	<b>Público participante</b>
Canindé de São Francisco/ <b>SE</b>	04/12/09	4 horas	Moradores locais e estudantes
Chapecó/SC	01/06/10	3 horas	Moradores locais (Dia mundial do meio ambiente)
Rio dos Cedros/SC	07/06/10	1,5 horas	Crianças na escola de primeiro grau
Porto Velho/ <b>RO</b>	30/08/10	1,5 horas	Estudantes (UNIR)
Luanda ( <b>Angola</b> )	22/09/10	1 hora	Profissionais
Araraquara / <b>SP</b>	18 e 19/10/10	16 horas	Estudantes (Universidade Lagaste)
Pelotas/RS	26/10/10	6 horas	Estudantes (Semana de Eng Amb)
Floriaópolis/SC	25/11/10	1 hora	Arquitetos (Conferencia nacional)
Lages /SC	12/04/11	2 horas	Estudantes (Semana de Eng Amb)
Lages /SC	17/06/11	1 hora	Profissionais ( <b>Prefeituras</b> )
Porto Alegre/ <b>RS</b>	12 a 14/07/11	24 horas	Engenheiros e geólogos ( <b>CPRM</b> )
Frederico Westphalen/ <b>RS</b>	27/10/11	1,5 horas	Estudantes (Semana de Eng. Amb)
Florianópolis /SC	31/10 a 04/11/11	40 horas	Professores, estudantes e profissionais
São Paulo/ <b>SP</b>	14/12/11	1 hora	Engenheiros

## Realização de (mini)cursos

# Realização de (mini) cursos

<b>Município</b>	<b>Período</b>	<b>Duração</b>	<b>Público participante</b>
Rio dos Cedros/SC	19/03/12	3 horas	Profissionais (Prefeituras)
Rio Negrinho/SC	10/04/12	3 horas	Professores de geografia
Rio Negrinho/SC	10/04/12	3 horas	Profissionais e moradores
Joinville/SC	04 e 05/06/12	8 horas	Profissionais e estudantes
Guarapuava/PR	18 e 19/06/12	6 horas	Semana acadêmica (UNICENTRO)
Belo Horizonte/MG	28/06/12	2 horas	Professores, estudantes e profissionais
Gaspar/SC	11 e 12/07/12	12 horas	Profissionais
Jaraguá do Sul/SC	27 e 28/08/12	12 horas	Profissionais
Florianópolis/SC	17 a 21/09/12	15 horas	Estudantes (Semana de Eng Amb)
Rio de Janeiro/RJ	25/10/12	8 horas	Geomorfólogos (IX SINAGEO)
Frederico Westphalen/RS	22 e 23/11/12	10 horas	Estudantes (Semana de Eng. Amb)





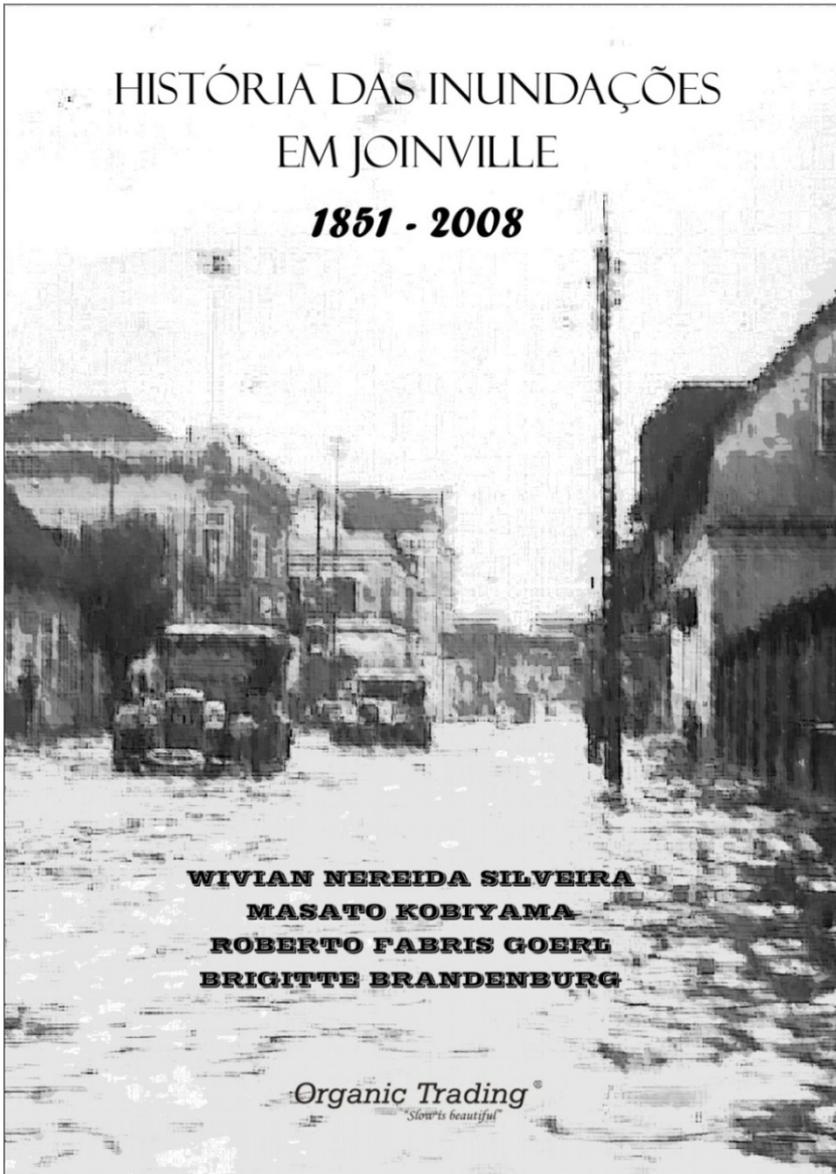
# Realização de (mini) cursos pela UFRGS

<b>Município</b>	<b>Período</b>	<b>Duração</b>	<b>Público participante</b>
Porto Alegre/RS	25/03/13	30 minutos	Moradores de áreas de risco
Porto Alegre/RS	03/04/13	1,5 horas	Pós-graduandos do IPH/UFRGS
Florianópolis/SC	10/09/13	1 hora	Pós-graduandos da arquitetura da UFSC
Manaus/AM	19/09/13	3 horas	Geógrafos na UFAM
Curitiba/PR	24 e 27/09/13	32 horas	Aula intensiva do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFPR
Bento Gonçalves/RS	19/11/13	30 minutos	Hidrólogos (mesa-redonda do XX SBRH)
Santa Maria/RS	28/11/13	3,5 horas	Estudantes (Semana de Eng. San & Amb da UFSM)
<b>Município</b>	<b>Período</b>	<b>Duração</b>	<b>Público participante</b>
Porto Alegre/RS	27/03/14	1 hora	Ex-bolsistas do DAAD (seminário America latino)
Curitiba/PR	16/04/14	2,5 horas	Aula intensiva do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFPR
Caraá/RS	15/05/14	1,5 horas	Técnicos de Defesa Civil na região de Caraá
Porto Alegre/RS	16/06/14	1 hora	Alunos do curso de Engenharia Hídrica da UFRGS
Pelotas/RS	24/06/14	6 horas	Estudantes (Semana de Eng. Hídrica da UFPel)
Santa Cruz do Sul/RS	05/09/14	3,5 horas	Estudantes (Semana de Engenharia da UNISC)
Chapecó/RS	13/10/14	3,5 horas	Estudantes (Semana de Eng. Amb da UFFS)
Porto Alegre/RS	22 e 23/10/14	3 horas	Estudantes (Semana de Eng. Amb da UFRGS)
Jaraguá do Sul/SC	29 e 30/10/14	4,5 horas	Técnicos de defesa civil, e outros
João Pessoa/PB	02 e 03/12/14	7 horas	Hidrólogos (mini-curso do ENES) <sup>22</sup>

# mudança climática X desastres naturais??



**Mudança climática** é uma **variação estatisticamente significativa** em um parâmetro climático médio ou sua variabilidade, persistindo um período extenso (tipicamente décadas ou por mais tempo). Pode ser **devido a processos naturais** ou forças externas ou devido a mudanças persistentes **causadas pela ação do homem** na composição da atmosfera ou do uso da terra. (IPCC)



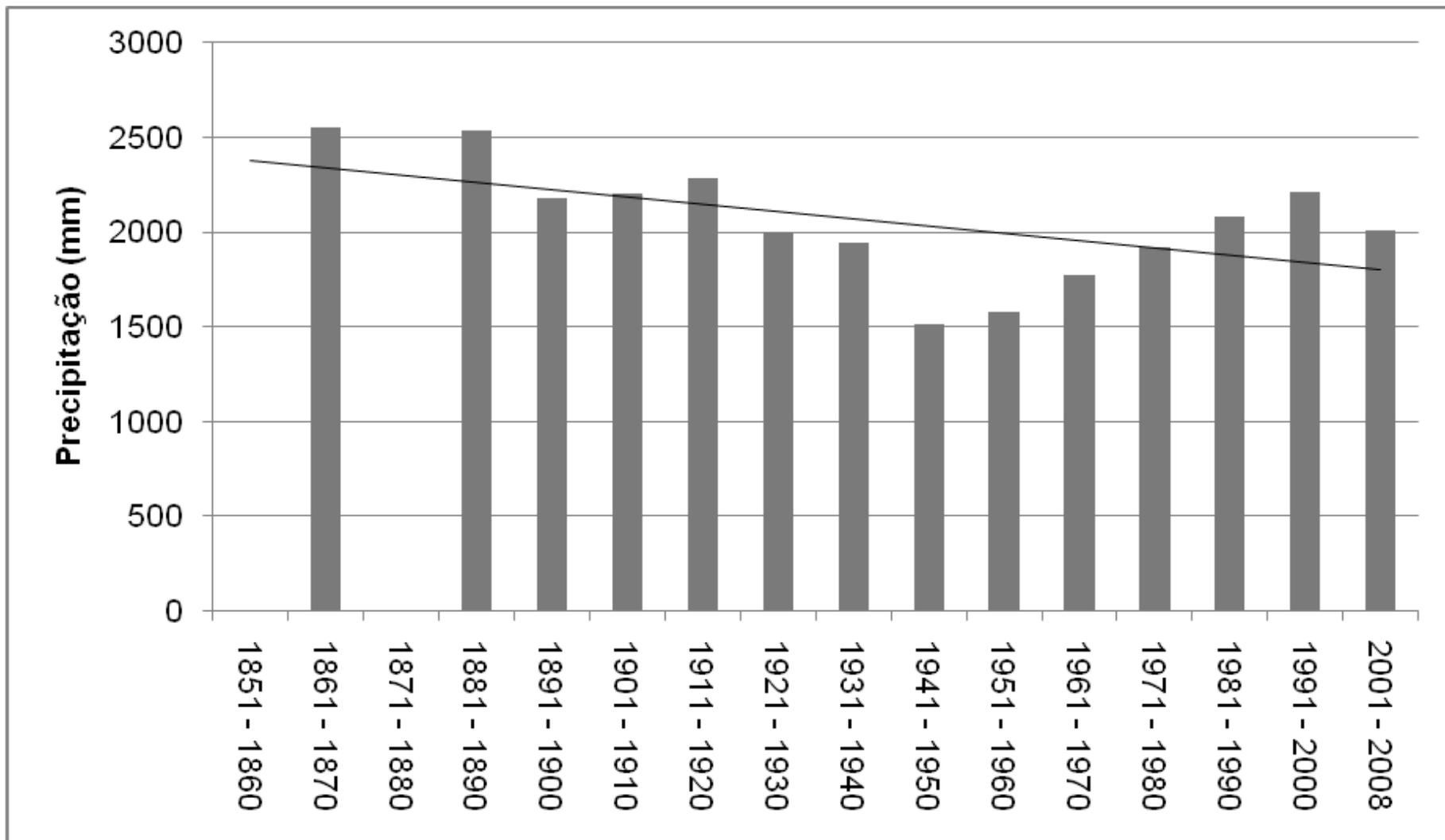
Silveira et al. (2009) História das Inundações em Joinville: 1851 – 2008. Curitiba: Organic Trading, 153p.

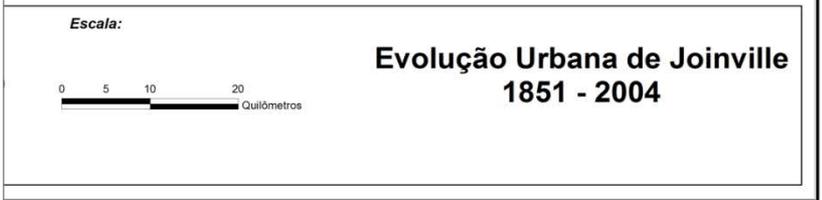
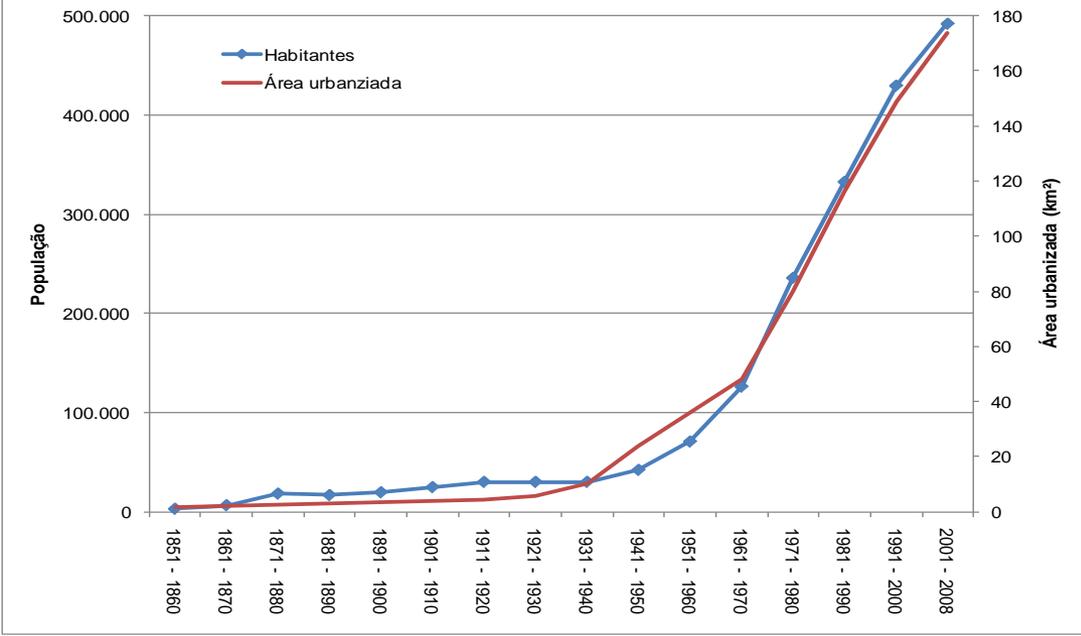
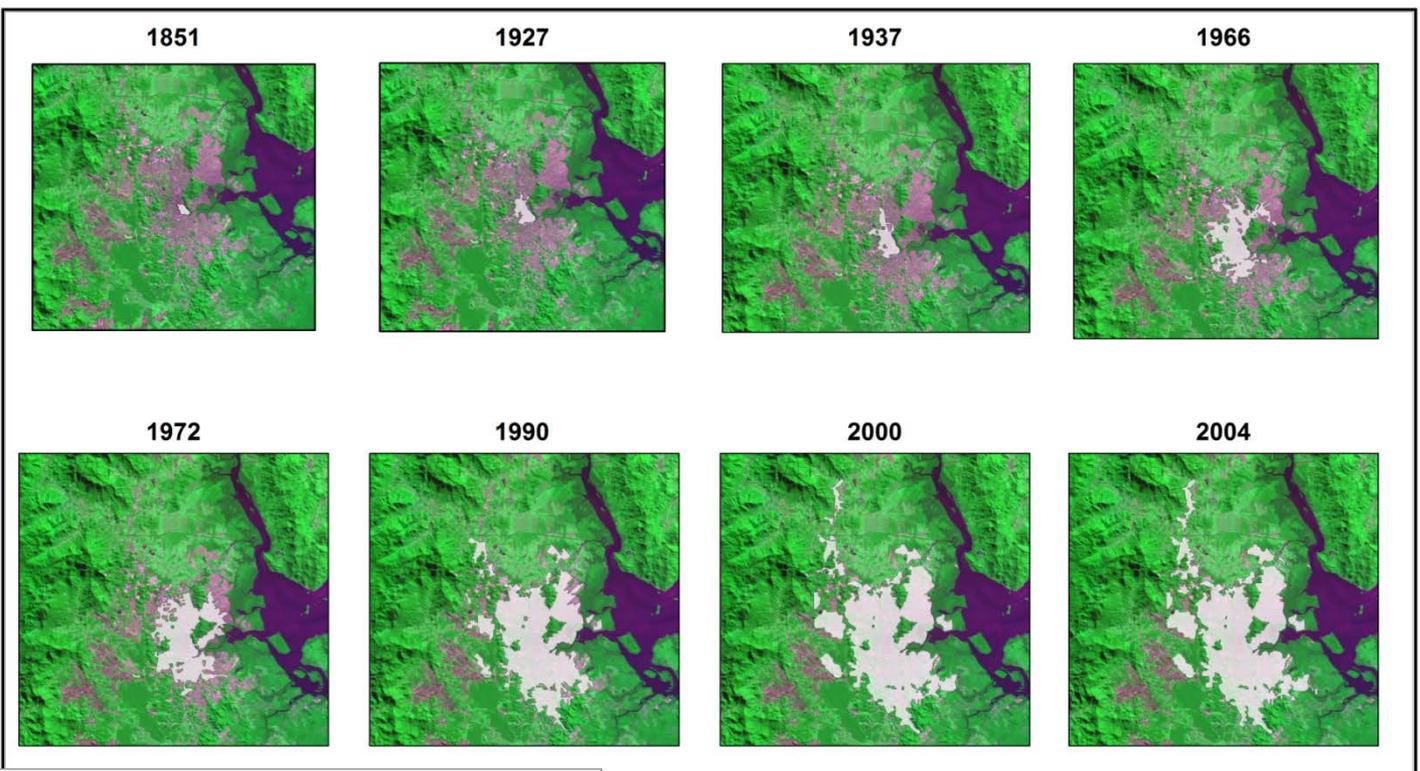
<http://www.labhidro.ufsc.br/Livros.html>

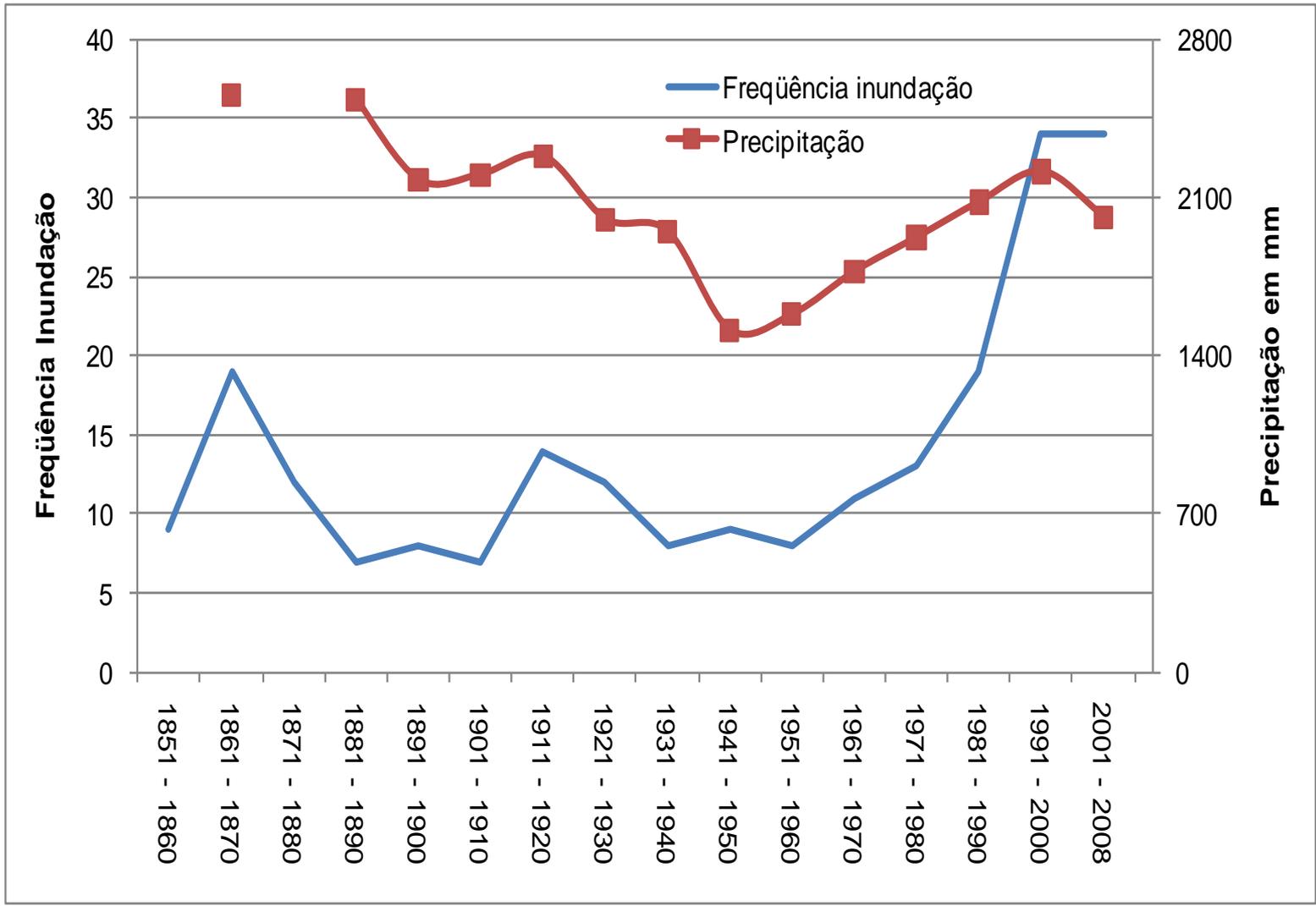
Demonstração de Inundação Angtropogénica com registros históricos em Joinville.

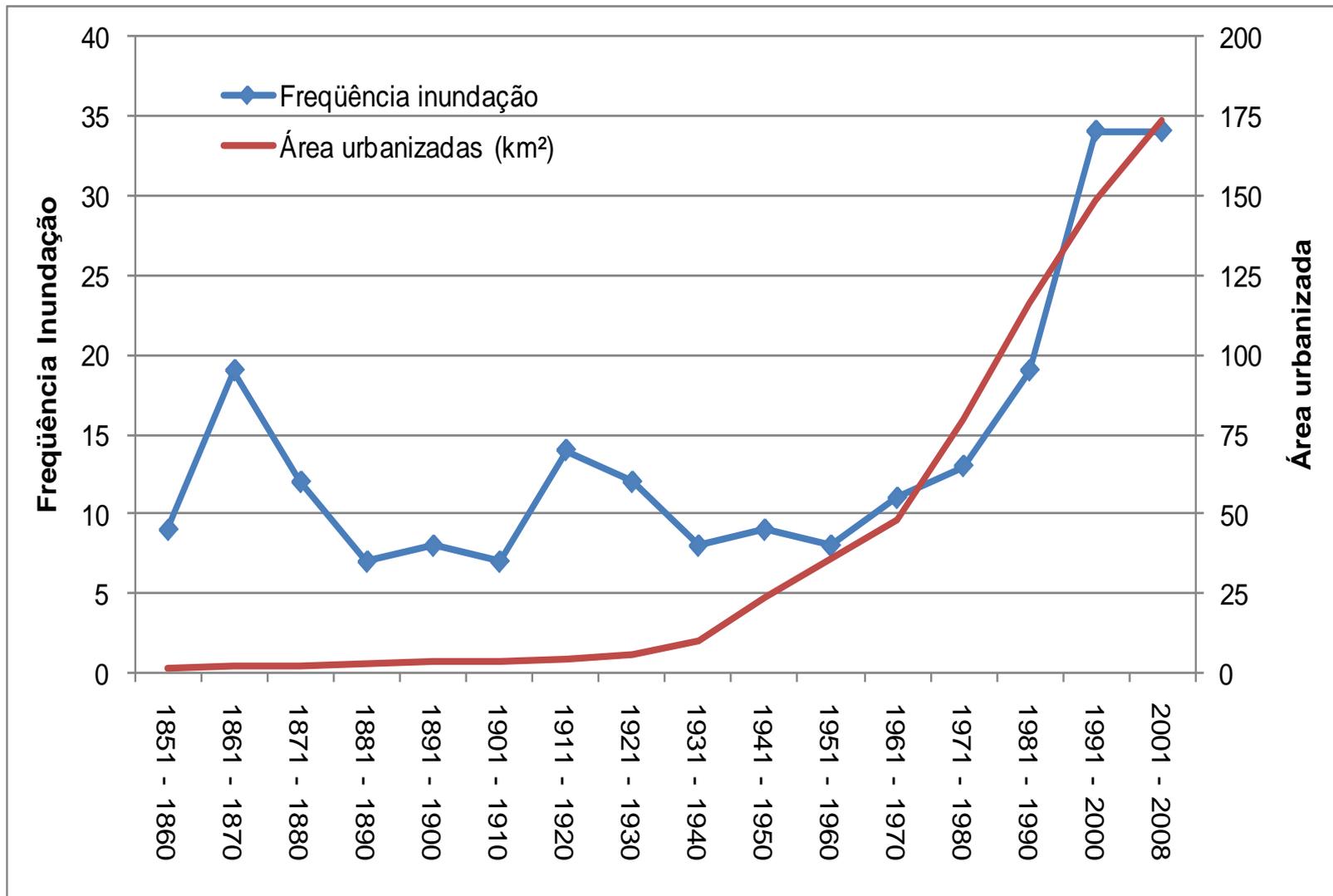
Importância de mapeamento de áreas de riscos para **redução de desastres hidrológicos**, **NÃO** redução de fenômenos hidrológicos.

## Inundação Humana – Ex de Joinville - SC









No caso de Joinville, as inundações são **desastres humanos** do que desastres naturais, pois existem fortes influências de mau gerenciamento de bacias hidrográficas.

Contribuição dos  
gestores

Mau planejamento e gerenciamento  
Bacias Hidrográficas

~~Mudança  
climática global~~

Desastres Naturais

Urbanização  
desordenada

Vulnerabilidade do  
Sistema

Características  
Geoambientais

Impacto à  
Sociedade

Desastres **humanos**: desastres cujos principais causas  
são associadas às ações humanas



UFSC, 11-04-2008

**Masato:** Professor! Se ocorre o esfriamento global, vai melhorar nosso mundo? Vai ter menos inundações, menos estiagens, ....?

**Prof. Molion:** Não, não, não! Pelo contrário. Vai piorar. Na época de esfriamento, vai ter mais inundações, mais estiagens.....

**Masato:** Então, tem que trabalhar ainda mais, não é?

**Prof. Molion:** É, sim. Isso mesmo!

# PROGRAMAÇÃO

29/10 (4a feira) 1º dia: 17:00 – 18:30

0. Apresentação do curso
1. Desastres naturais e desastres hidrológicos
2. Hidrologia – Recursos hídricos; bacias hidrográficas

30/10 (5a feira) 2º dia : 08:00 – 12:00 (intervalo 10:00 – 10:15)

3. Desastres hidrológicos (1) - Inundação
4. Desastres hidrológicos (2) - Escorregamento
5. Gerenciamento de desastres naturais
6. Construção de rede de bacias-escola
7. Considerações finais



# 1. Desastres naturais e desastres hidrológicos

## 1.1. Definição

Os desastres são definidos como um sério distúrbio na funcionalidade de uma comunidade ou sociedade ocasionando impactos e perdas humanas, econômicas e ambientais generalizadas, os quais excedem a capacidade da comunidade afetada de se recuperar com seus próprios recursos (UNISDR, 2009).



**Desastre:** resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem sobre um cenário vulnerável, causando grave perturbação ao funcionamento de uma comunidade ou sociedade envolvendo extensivas perdas e danos humanos, materiais, econômicos ou ambientais, que excede a sua capacidade de lidar com o problema usando meios próprios.

(INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 01, DE 24 DE AGOSTO DE 2012)



- Inundação, escorregamento, estiagem, etc, são **fenômenos naturais** que ocorrem no mundo segundo características da região (vegetação, clima, topografia, solo, etc).
- Quando estes fenômenos ocorrem em locais onde o ser humano atua, eles provocam **danos materiais e humanos à sociedade**. Neste caso são tratados como **desastres naturais**.

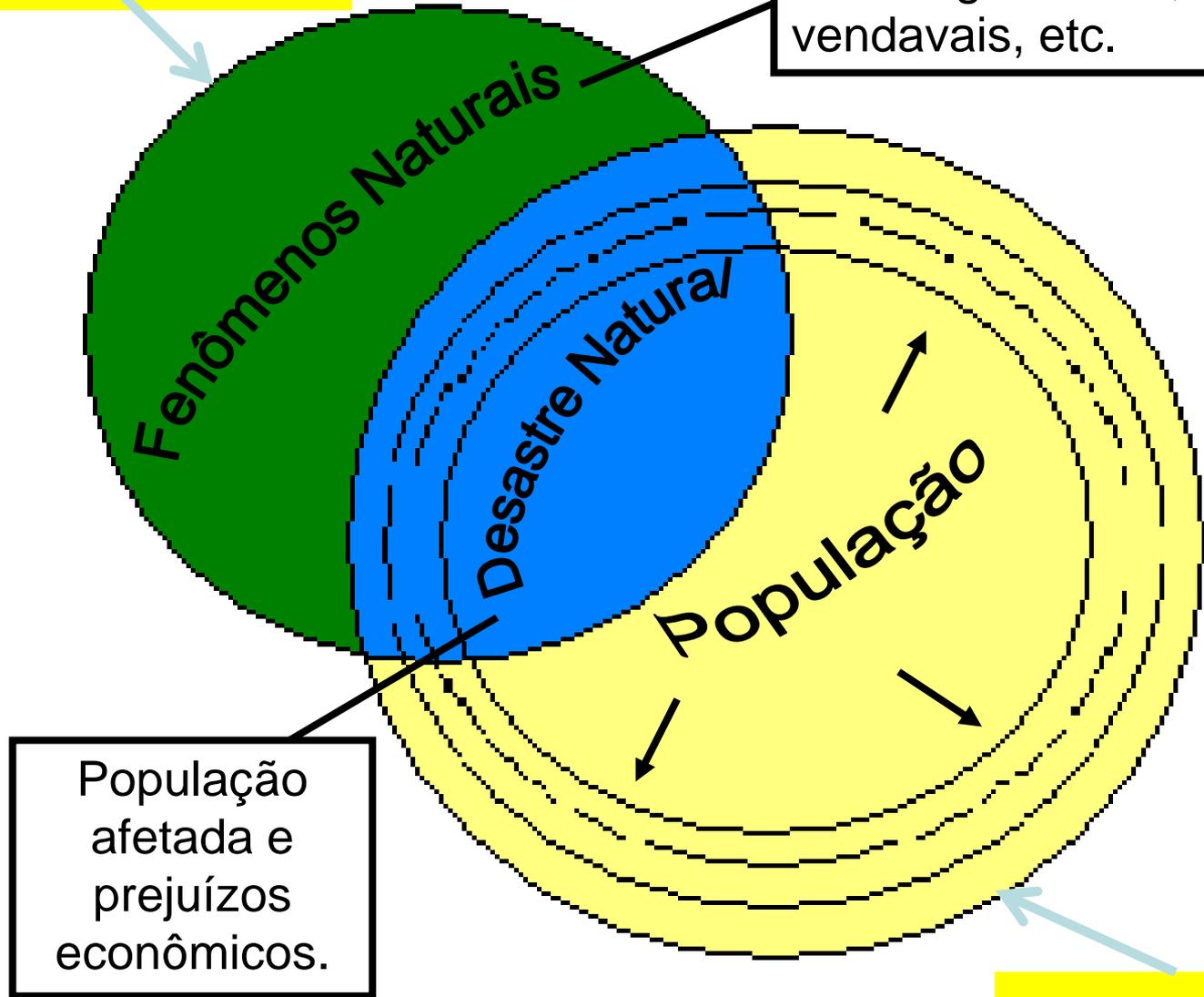




**Mapeamento de ocorrência de inundações que causaram danos, ou seja, inundações registradas como desastres.**

**Fatores ambientais  
(físicos)**

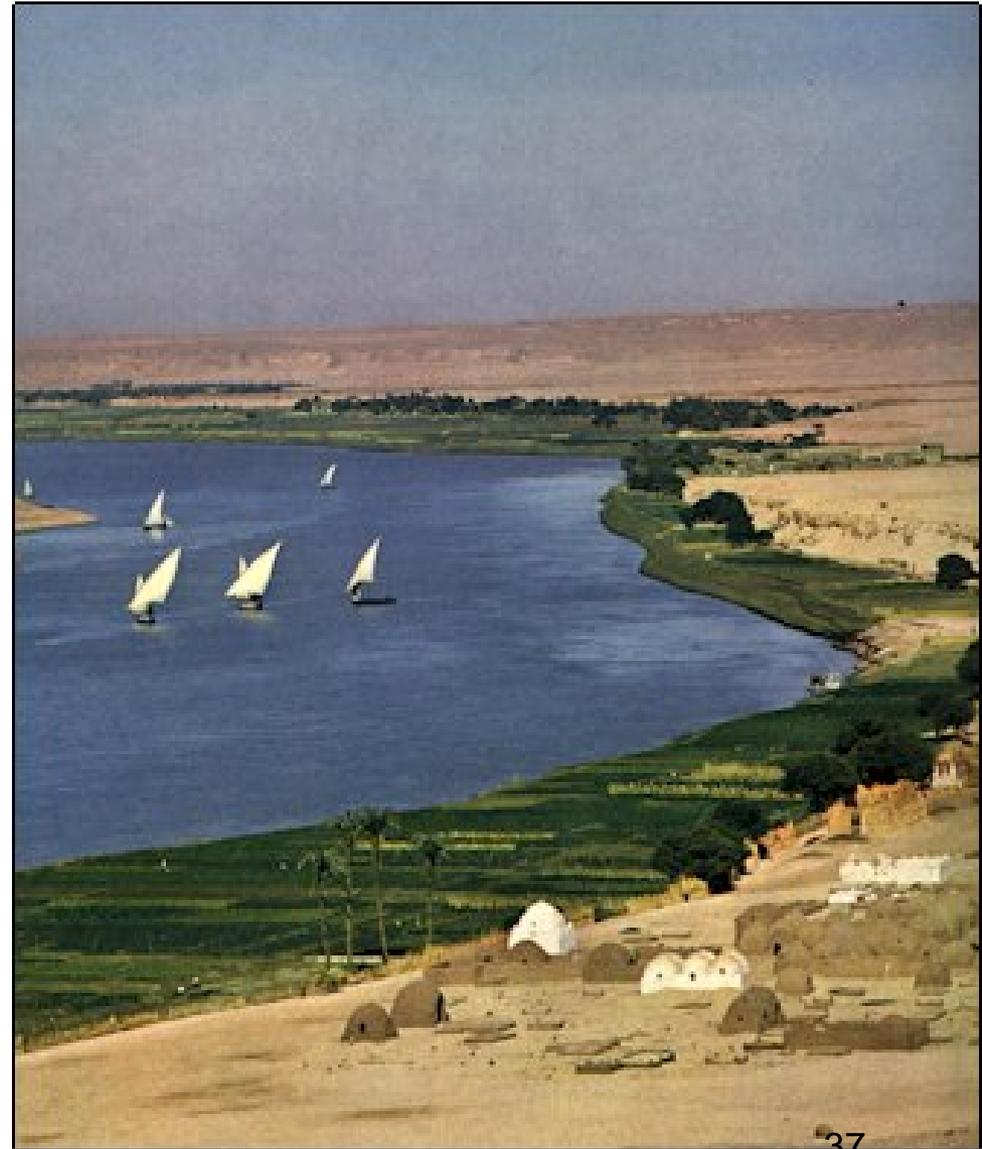
Inundações,  
escorregamentos,  
vendavais, etc.



População  
afetada e  
prejuízos  
econômicos.

**Fatores humanos**

- Os fenômenos naturais que provocam desastres podem ser benéficos ao ser humano.
- Exemplo:  
A inundação provocada pelo rio Nilo desde a antiguidade propiciou a agricultura na região.



## 1.2. Classificação

- Os desastres naturais podem ser classificados entre si quanto a:
  - Intensidade;
  - Origem;
  - Duração.

Nível	Intensidade	Situação
I	Pequena (Prejuízo $\leq$ 5% PIB municipal)	Facilmente recuperável com os recursos do município.
II	Média (5% < Prejuízo $\leq$ 10% PIB municipal)	Superável pelo município, desde que envolva uma mobilização e administração especial.
III	Grande (10% < Prejuízo $\leq$ 30% PIB municipal)	Superável com recursos locais e ajuda estadual e federal. <b>O município declara Situação de Emergência (SE).</b>
IV	Altíssima (Prejuízo > 30% PIB municipal)	Não é superável sem ajuda externa, eventualmente internacional. <b>O município declara Estado de Calamidade Pública (ECP).</b>

Níveis I e II ⇒ desastres facilmente superáveis pelo município ⇒ não há necessidade de recursos externos.

Nível III ⇒ município declara Situação de Emergência (SE).

Nível IV ⇒ o município declara Estado de Calamidade Pública (ECP).



Município deve preencher o formulário AVADAN (Avaliação de Danos) e o envia com os demais documentos exigidos à Defesa Civil Estadual que homologa ou não a situação decretada pelo município. O preenchimento do formulário AVADAN é o registro oficial de desastres no Brasil.

# Instrução Normativa Nº 01, de 24 de agosto de 2012 (Ministério da Integração Nacional, 2012)

**Situação de emergência (SE):** situação de alteração intensa e grave das condições de normalidade em um determinado município, estado ou região, decretada em razão de desastre, comprometendo **parcialmente** sua capacidade de resposta;

**Estado de calamidade pública (ECP):** situação de alteração intensa e grave das condições de normalidade em um determinado município, estado ou região, decretada em razão de desastre, comprometendo **substancialmente** sua capacidade de resposta.

# Instrução Normativa Nº 01, de 24 de agosto de 2012 (Ministério da Integração Nacional, 2012)

Quanto à intensidade os desastres são classificados em dois níveis:

a) **nível I (desastres de média intensidade):** São aqueles em que os danos e prejuízos são suportáveis e superáveis pelos governos locais e a situação de normalidade pode ser restabelecida com os recursos mobilizados em nível local ou complementados com o aporte de recursos estaduais e federais. - **Situação de emergência (SE)**

b) **nível II (desastres de grande intensidade):** São aqueles em que os danos e prejuízos não são superáveis e suportáveis pelos governos locais, mesmo quando bem preparados, e o restabelecimento da situação de normalidade depende da mobilização e da ação coordenada das três esferas de atuação do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) e, em alguns casos, de ajuda internacional. - **Estado de calamidade pública (ECP).**

# Origem

- **Desastres naturais:** provocados por fenômenos naturais, independem da ação humana;
- **Desastres humanos:** causados pela ação ou omissão humana, como os acidentes de trânsito e a contaminação de rios por produtos químicos;
- **Desastres mistos:** associados às ações ou omissões humanas, que contribuem para intensificar, complicar ou agravar os desastres naturais.

É muito difícil ocorrer um desastre puramente natural, como definido. Quase todos os desastres recebem de alguma maneira, uma influência antrópica. Assim, existiriam somente desastres mistos. Entretanto, será adotado como desastre natural todos aqueles que possuem como gênese os fenômenos naturais extremos, agravados ou não pelas atividades humanas.

# Duração

- Episódicos: como terremoto, vulcanismo, tsunami, inundação e fluxo de detrito → geralmente chamam mais atenção por causa de sua magnitude.
- **Crônicos: como erosão do solo → geram sérios prejuízos ambientais, especialmente em longo prazo.**

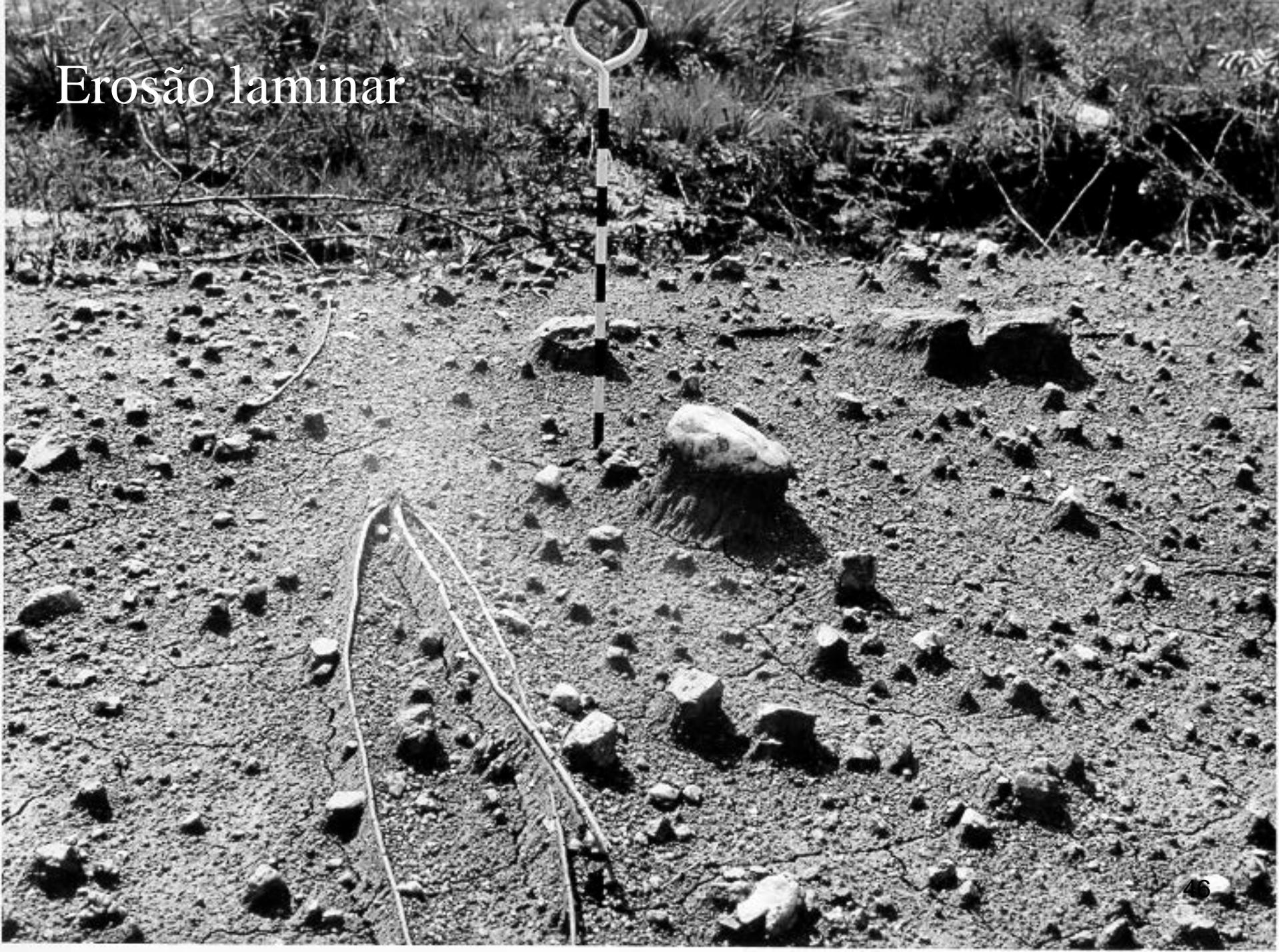
**Problema na área agrícola**



# Erosão pela gota da água



Erosão laminar



# Erosão em sulcos



# Erosão laminar e em sulcos



# Voçoroca



# Formação de vales



# Tipos de desastres – fatores determinantes de ocorrências

**Desastre Geofísico (ou geológico )  
ou desastre hidrológico?**



# Classificação dos desastres naturais do CRED (*Centre for Research on the Epidemiology of Disasters*)

Classificação antiga	Classificação atual	Principais tipos
Geológico	Geofísico	Terremotos, vulcões, movimentos de massa (secos)
	Meteorológico	Tempestades
Hidrometeorológico	<b>Hidrológico</b>	<b>Inundações, movimentos de massa (úmidos)</b>
	Climatológico	Temperaturas extremas, secas, incêndios
Biológico	Biológico	Epidemias, pragas e infestações de insetos

**Desastres hidrológicos = inundações + escorregamentos**

# Classificação Brasileira

# Classificação Internacional

Geológico

- Terremoto
- Vulcanismo
- **Movimento de massas**
- **Erosão**

Meteorológico

- Sistemas de grande escala
- Tempestades
- Temperaturas extremas

Hidrológico

- Inundações
- Enxurradas
- Alagamentos

Climatológico

- Seca

Biológico

- Epidemias
- Infestações / pragas

Geofísico

- Terremoto
- Vulcanismo
- **Movimento de massa (seco)**

Meteorológico

- Tempestade

Hidrológico

- Inundações
- **Movimento de massa (úmido)**

Climatológico

- Temperaturas Extremas
- Seca / Estiagem
- Incêndios

Biológico

- Epidemia
- Infestação de insetos
- Debandada de animais

Extra-terrestre

- Meteoritos
- Asteróides

Desastres hidrológicos = inundações + escorregamentos

# Fatores determinantes da ocorrência de escorregamento

## Fatores intrínsecos (condicionantes ou potenciais)

- Rochas e solos (**espessura**, densidade, porosidade, condutividade hidráulica, resistência mecânica, etc.)
- Estrutura geológica (dobramento, falha)
- Encosta (forma e **gradiente**)
- **Vegetação**
- etc.

## Fatores extrínsecos (causadores)

- Terremotos       Desastre geofísico (ou geológico)
- **Chuva**       **Desastre hidrológico**
- etc.

# Classificação Brasileira

# Classificação Internacional

Geológico

- Terremoto
- Vulcanismo
- **Movimento de massas**
- **Erosão**

Geofísico

- Terremoto
- Vulcanismo
- **Movimento de massa (seco)**

Meteorológico

- Sistemas de grande escala
- Tempestades
- Temperaturas extremas

Meteorológico

- Tempestade

Hidrológico

- Inundações
- Enxurradas
- Alagamentos

Hidrológico

- Inundações
- **Movimento de massa (úmido)**

Climatológico

- Seca

Climatológico

- Temperaturas Extremas
- Seca / Estiagem
- Incêndios

Biológico

- Epidemias
- Infestações / pragas

Biológico

- Epidemia
- Infestação de insetos
- Debandada de animais

Extra-terrestre

- Meteoritos
- Asteróides

Desastres hidrológicos = inundações + escorregamentos

# Instrução Normativa Nº 01, de 24 de agosto de 2012 (Ministério da Integração Nacional, 2012)

“Art. 7º A Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil **adotará a classificação dos desastres constante do Banco de Dados Internacional** de Desastres (EM-DAT), do Centro para Pesquisa sobre Epidemiologia de Desastres (CRED) da Organização Mundial de Saúde (OMS/ONU) e a simbologia correspondente.”

“Art. 8º Para atender à classificação dos desastres do Banco de Dados Internacional de Desastres (EM-DAT), a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil passa a adotar a Codificação Brasileira de Desastres – COBRADE, que segue como Anexo I desta Instrução Normativa.”

“ANEXO I – CLASSIFICAÇÃO E CODIFICAÇÃO BRASILEIRA DE DESASTRES (COBRADE) ..... **Adequar a classificação brasileira à classificação utilizada pela ONU representa o acompanhamento da evolução internacional** na classificação de desastres e o nivelamento do país aos demais organismos de gestão de desastres do mundo. Além disto, a classificação adotada pela ONU é mais simplificada do que a Codificação dos Desastres (CODAR) utilizada hoje pelo SINDEC.”

# Classificação Brasileira

# Classificação Internacional

Geológico

- Terremoto
- Vulcanismo
- **Movimento de massas**
- **Erosão**

Meteorológico

- Sistemas de grande escala
- Tempestades
- Temperaturas extremas

Hidrológico

- Inundações
- Enxurradas
- Alagamentos

Climatológico

- Seca

Biológico

- Epidemias
- Infestações / pragas

Geofísico

- Terremoto
- Vulcanismo
- **Movimento de massa (seco)**

Meteorológico

- Tempestade

Hidrológico

- Inundações
- **Movimento de massa (úmido)**

Climatológico

- Temperaturas Extremas
- Seca / Estiagem
- Incêndios

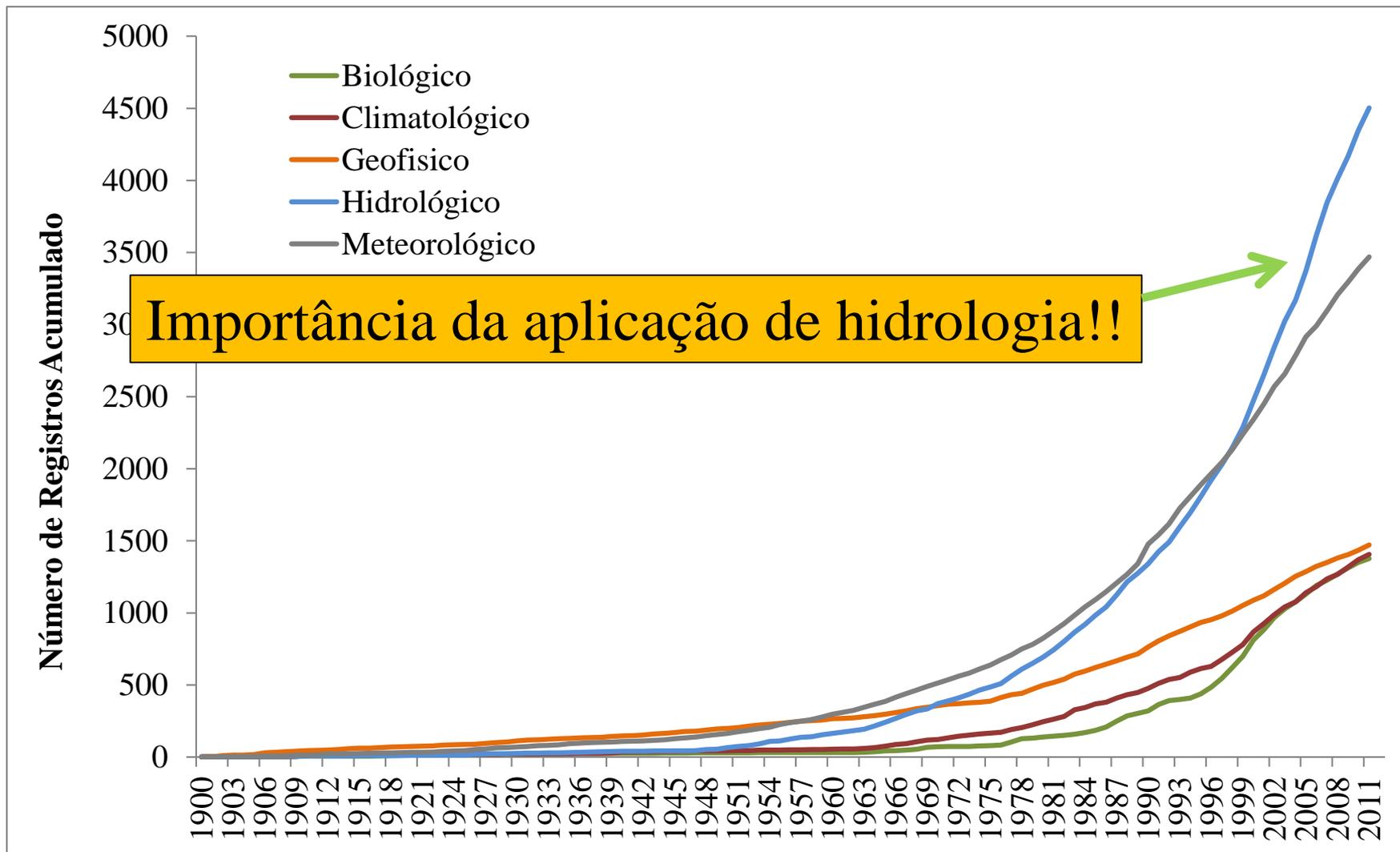
Biológico

- Epidemia
- Infestação de insetos
- Debandada de animais

Extra-terrestre

- Meteoritos
- Asteróides

Desastres hidrológicos = inundações + escorregamentos



Ocorrências Acumuladas de Desastres

# 1.3. Características

## 1.3.1. Agravantes antrópicos

- Mau planejamento e gerenciamento de bacias hidrográficas;
- Desmatamento;
- Urbanização desordenada;
- **Mudança climática global?**



- Crescimento populacional das últimas décadas;
- Exclusão social;

**Situação atual:** •Expansão Urbana;

- Diminuição de solo e vegetação.
- Aumento do número de pessoas em áreas de risco.

**O que está realmente causando aumento de desastres hidrológicos (inundações e escorregamentos)?**

**Mudanças Climáticas ou Inadequado Gerenciamento da Bacia?**



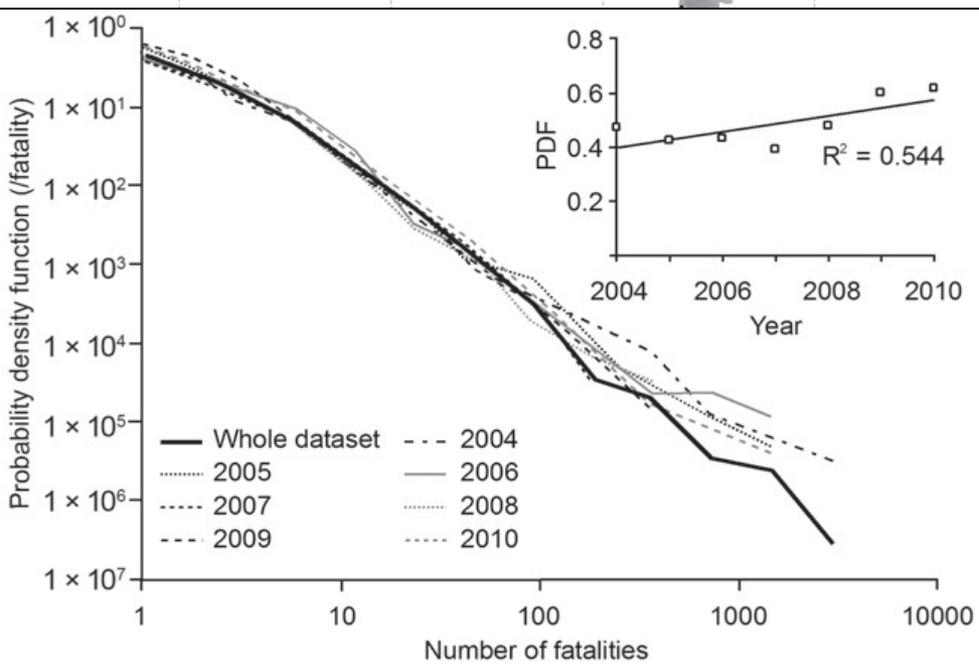
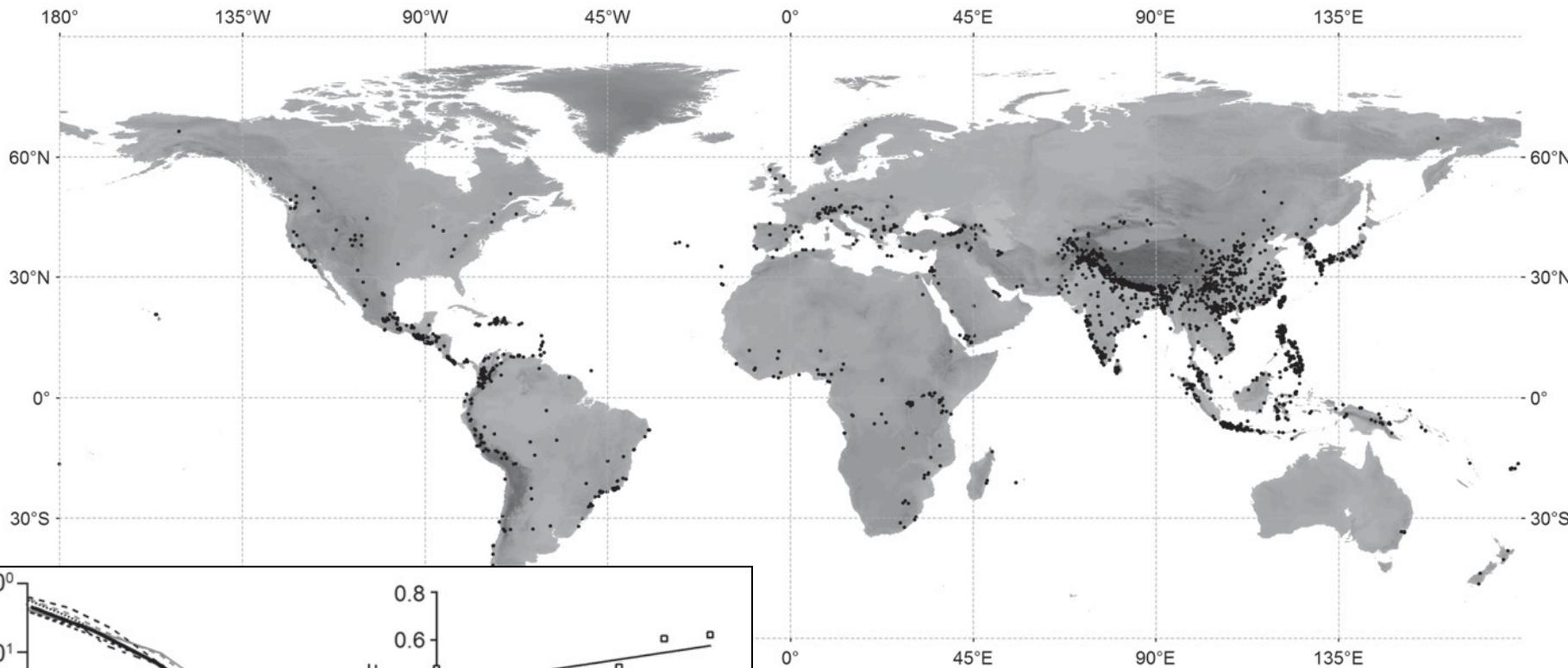
Falta de conhecimento = Falta de conscientização  
= Falta de ensino de desastres na Geografia

## 1.3.2. Magnitude e frequência

# Magnitude X Frequência = constante

- Desastres que causam pequenos prejuízos:
  - frequência alta,
  - prejuízo total pequeno (comparado com os de grande impacto).
- Desastres que causam enormes prejuízos:
  - frequência rara,
  - grande prejuízo total.

A sociedade está mais preparada para os pequenos desastres naturais. Quando ocorre um desastre que ultrapasse a capacidade de suporte das medidas de preparação e resposta, os danos e prejuízos serão extensivos, podendo tornar-se um evento catastrófico.



Petley, D. (2012) Global patterns of loss of life from landslides. **Geology**, v.40, n.10, p.927-930.



Magnitude ↓  
Frequência ↑

Magnitude X Frequência = constante

Magnitude ↑  
Frequência ↓

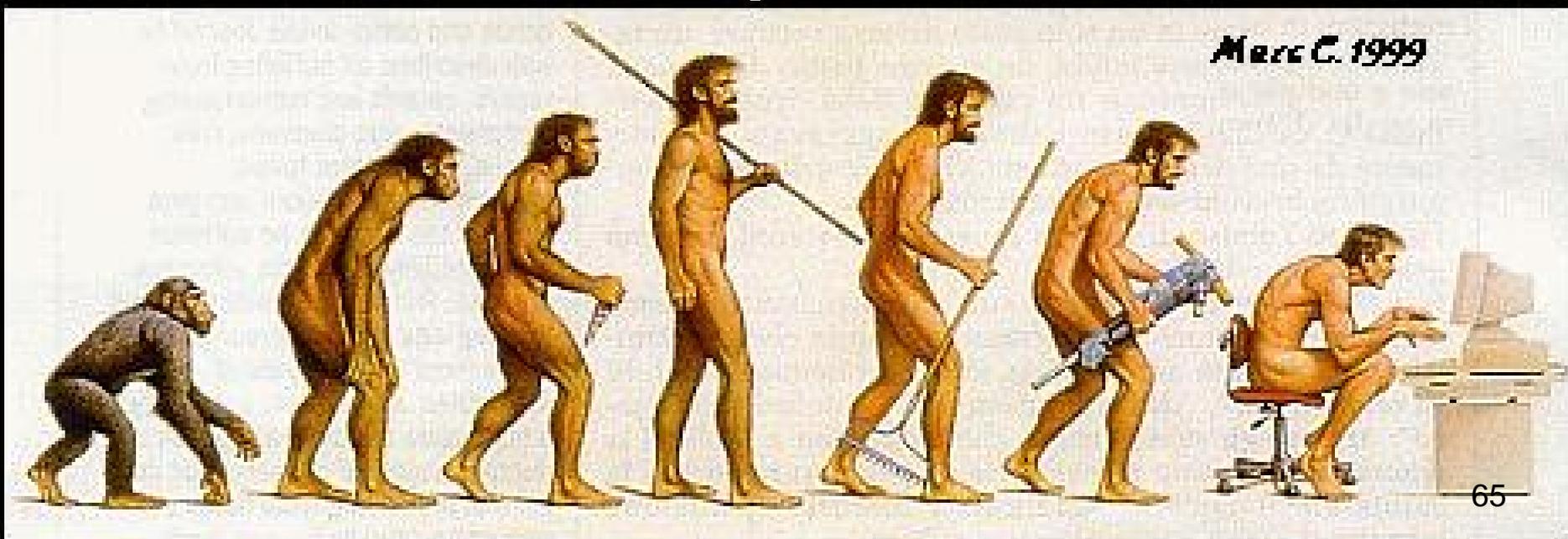


### 1.3.3. Evolução de desastres naturais

Um determinado tipo de desastre pode alterar-se ao longo do tempo em um mesmo local.

- Intervenções humanas provocam normalmente alterações das condições geoambientais.
- Isto pode aumentar ou diminuir a possibilidade de ocorrência de um tipo de desastre e até provocar o surgimento de outro tipo.

#### A EVOLUÇÃO DO HOMEM



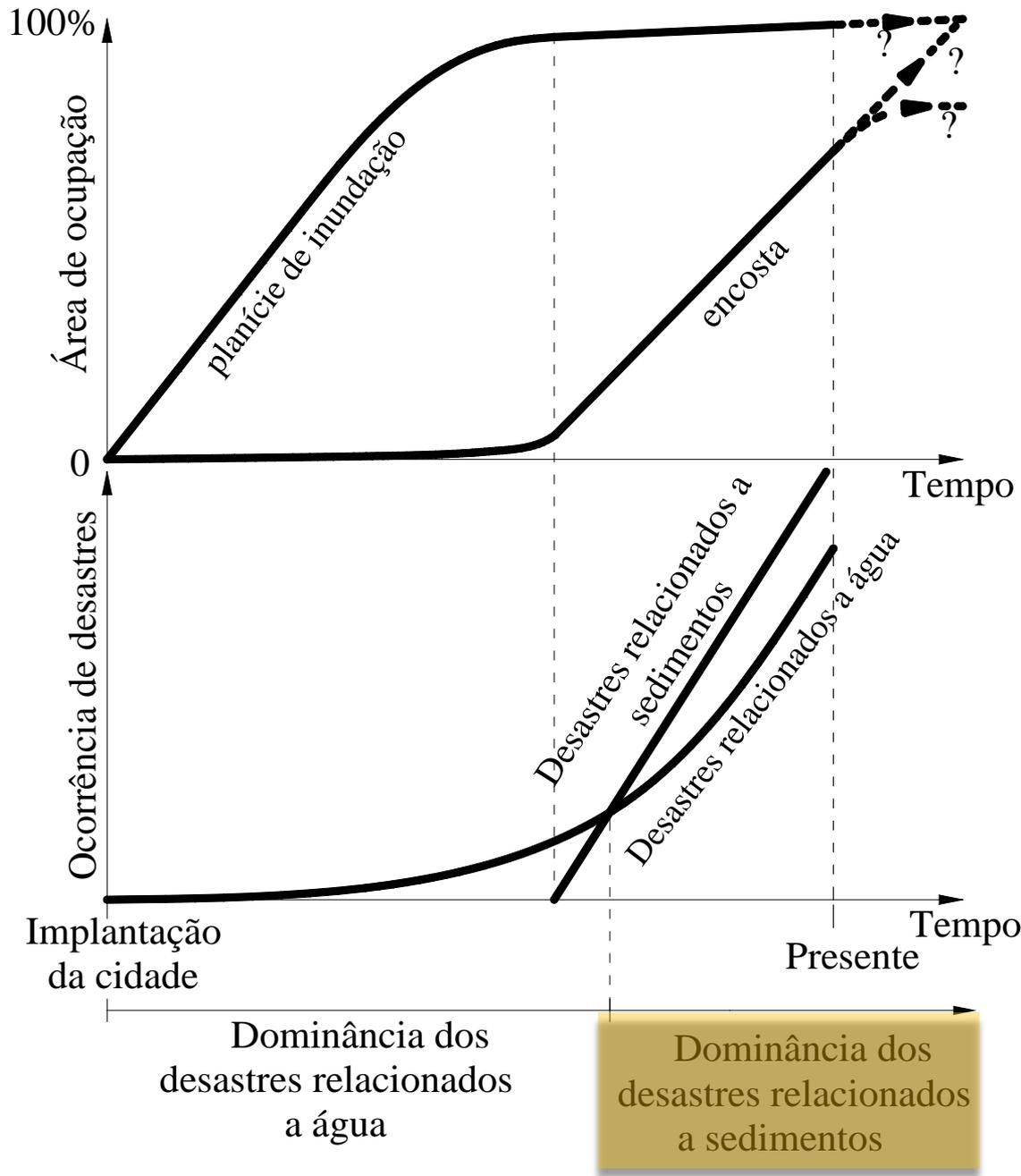
# Evolução de desastres naturais – **Alerta!!**

Desastres relacionados  
à água (**Inundação**)



Desastres relacionados  
aos sedimentos  
(**Escorregamento**)







**Blumenau - 1983**

**Blumenau - 2008**



Não somente em Santa Catarina, também em **São Paulo, Rio de Janeiro, ....**  
**e Rio Grande do Sul????!!!!**



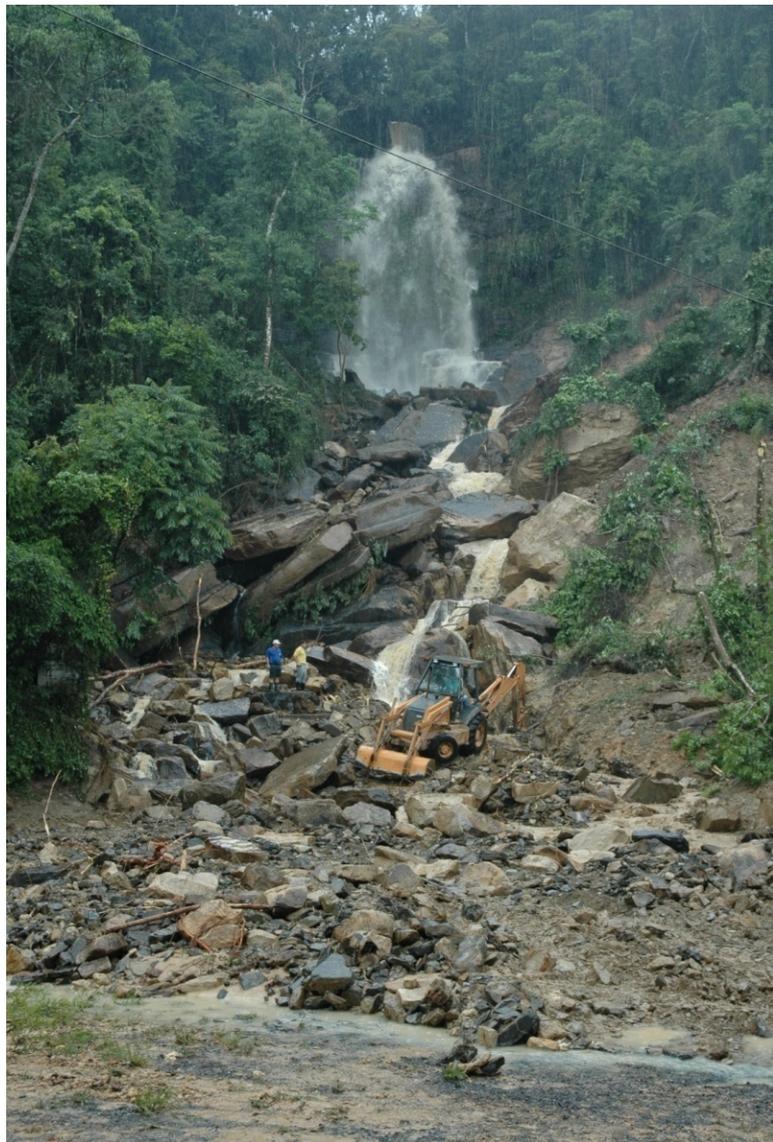
Osasco, São Paulo  
(2010)

Angra dos Reis, Rio de Janeiro  
(2010)

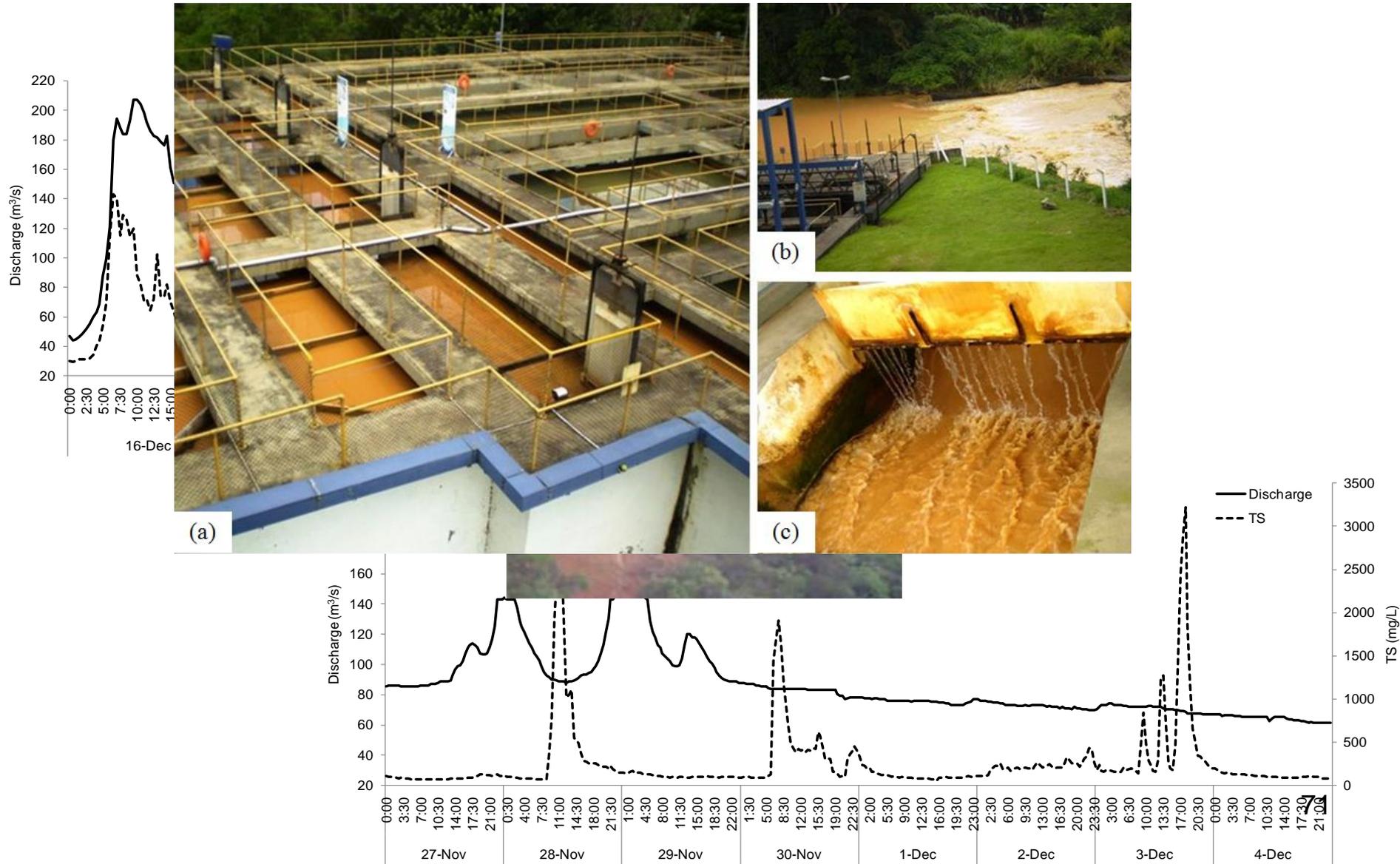




Hoje em dia, o fluxo de detritos (*debris flow*) vem causando mortes humanas.

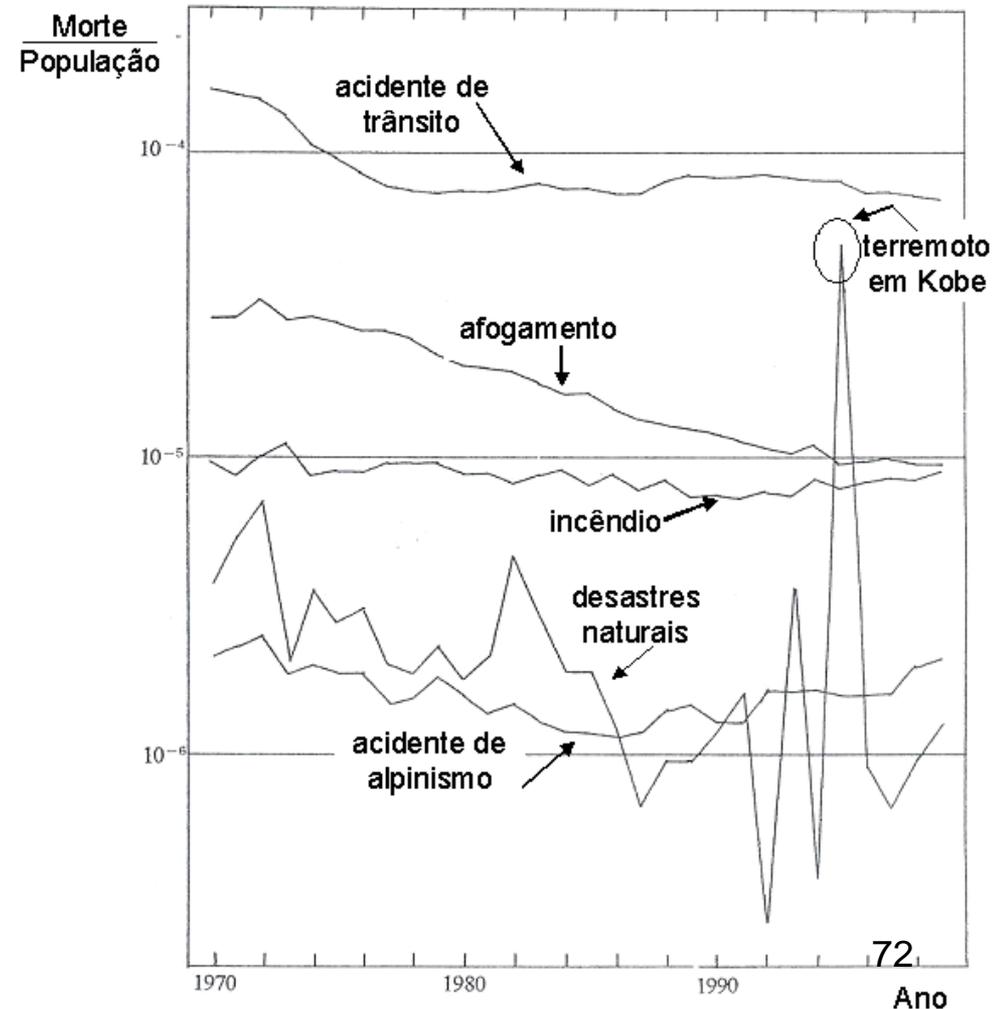


# Escorregamento translacional + Debris flow no rio Cubatão do Norte, Joinville (2008)

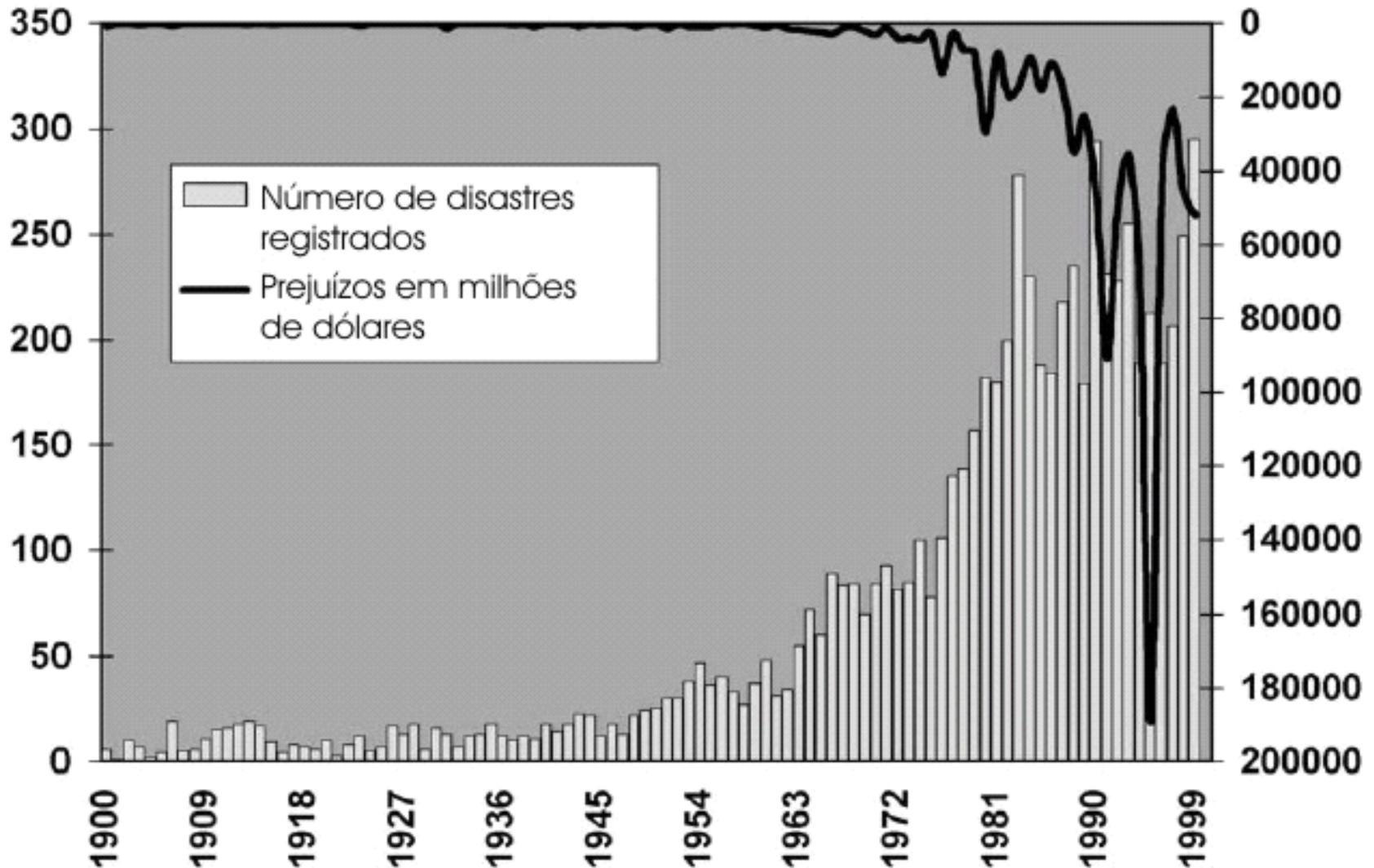


## 1.3.4. Irregularidade

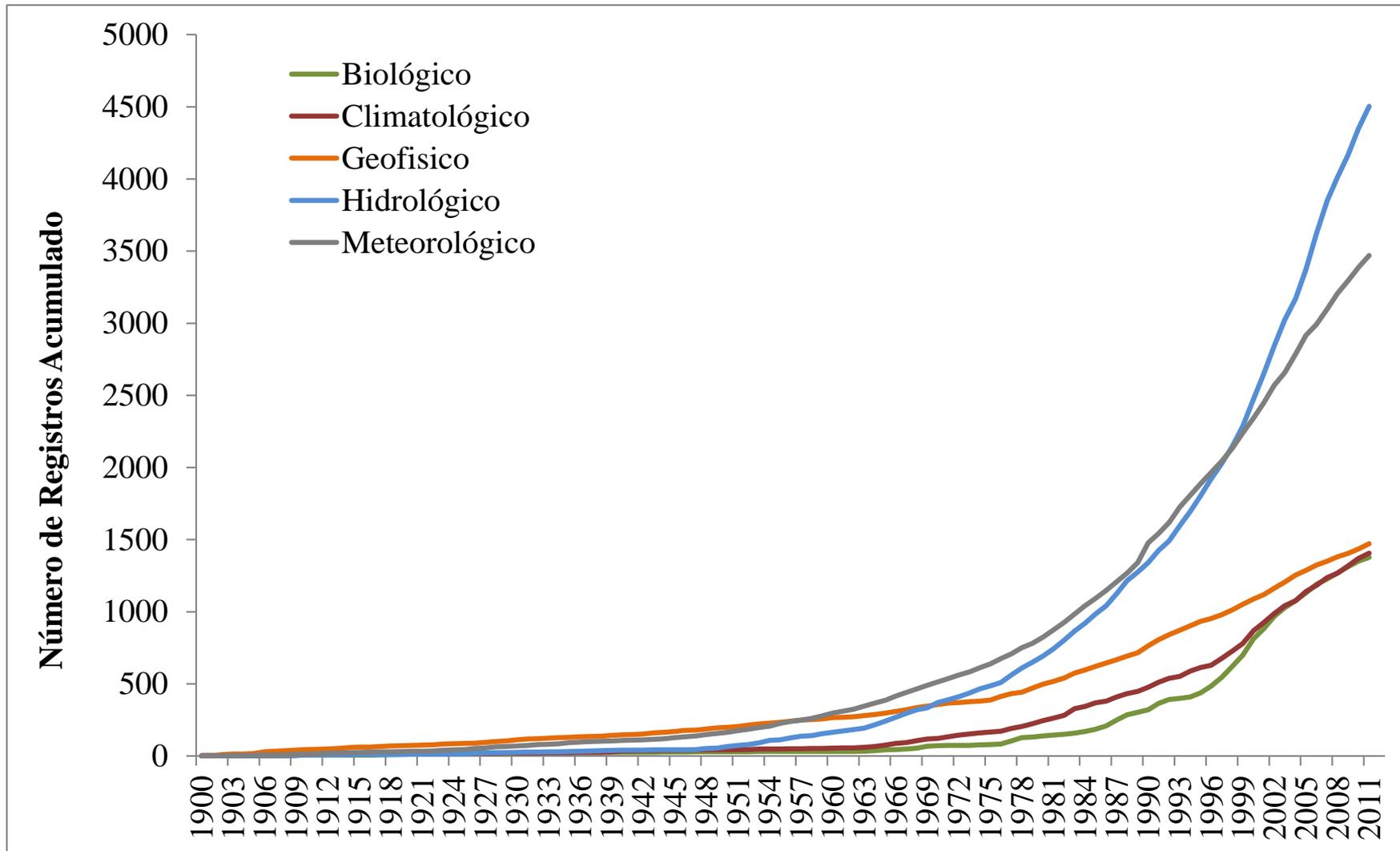
- A ocorrência anual dos desastres naturais é bastante irregular.
- Locais onde ocorrem terremotos e/ou furacões, apresentam uma irregularidade maior na ocorrência.



# 1.4. Estatística



Número de desastres naturais e seus associados prejuízos no mundo, (Adaptação de ALCÁNTARA-AYALA, 2002)



# Ocorrências Acumuladas de Desastres

BBC BRASIL (2003) relata que o Brasil é o país do continente americano com o maior número de pessoas afetadas por desastres naturais.



**Brasil pode ser campeão em termo de desastres, também!**



# Desastres naturais prevalentes no Brasil (Fonte: Defesa Civil)



# DESASTRES NATURAIS PREVALENTES NO BRASIL

## REGIÃO NORTE



Incêndios Florestais  
Inundações  
Terras Caídas

## REGIÃO NORDESTE

Seca  
Inundações  
Deslizamentos



## REGIÃO CENTRO-OESTE



Incêndios Florestais  
Inundações  
Erosão

## REGIÃO SUL



Inundações  
Vendavais e Granizos  
Estiagem

## REGIÃO SUDESTE



Incêndios Florestais  
Deslizamentos  
Inundações



# 1.5. Tipos no Brasil e Portugal

## Livro “PREVENÇÃO DE DESASTRES NATURAIS: CONCEITOS BÁSICOS”

4.1. INUNDAÇÃO

4.2. ESCORREGAMENTO (DESLIZAMENTO)

4.3. GRANIZO

4.4. VENDAVAL

4.5. TORNADO

4.6. FURACÃO

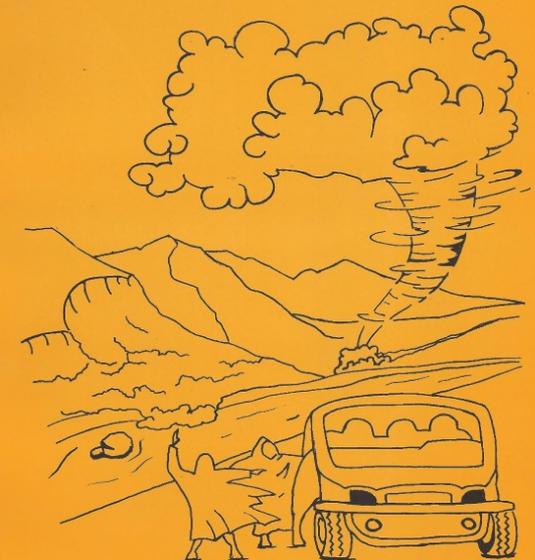
4.7. RESSACA

4.8. ESTIAGEM

4.9. GEADA

Tsunami, vulcão, terremoto, etc.

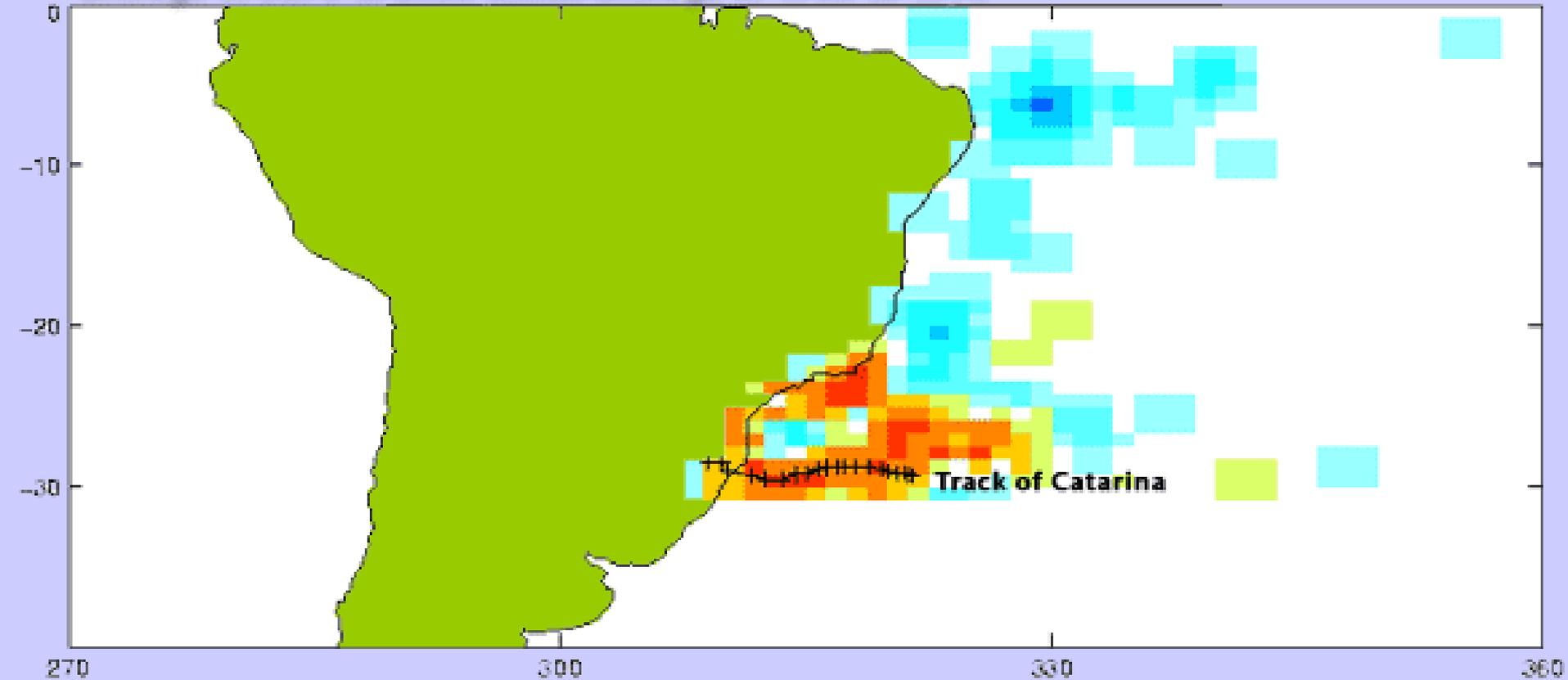
### PREVENÇÃO DE DESASTRES NATURAIS CONCEITOS BÁSICOS



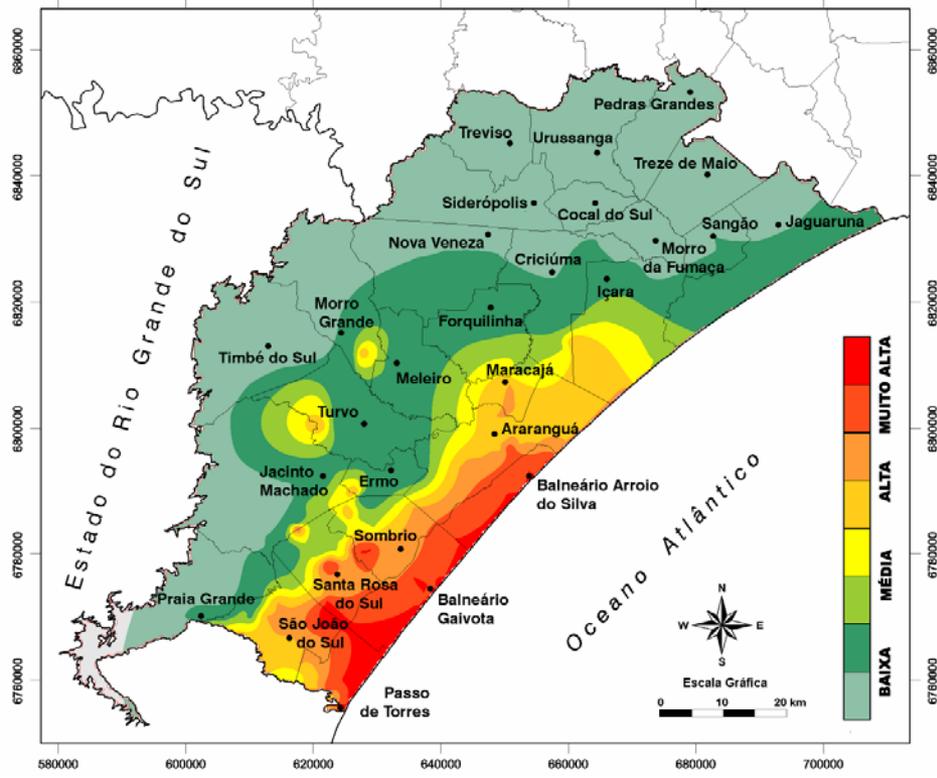
MASATO KOBIYAMA  
MAGALY MENDONÇA  
DAVIS ANDERSON MORENO  
ISABELA P. V. DE OLIVEIRA MARCELINO  
EMERSON V. MARCELINO  
EDSON F. GONÇALVES  
LETICIA LUIZA PENTEADO BRAZETTI  
ROBERTO FABRIS GOERL  
GUSTAVO SOUTO FONTES MOLLERI  
FREDERICO DE MORAES ROORFF

Previsão de tempestades severas – média de 2070 a 2100 menos a média de 1970 a 1990. Trajetória do Furacão Catarina ocorrido em 27 e 28/03/2004 em linha tracejada. Fonte: Met Office Hadley Centre for Climate Prediction and Research.

**Future change in tropical storm genesis,  
average of 2070 to 2100 minus average of 1960 to 1990**



### Mapa de Intensidade dos Danos do Ciclone Catarina



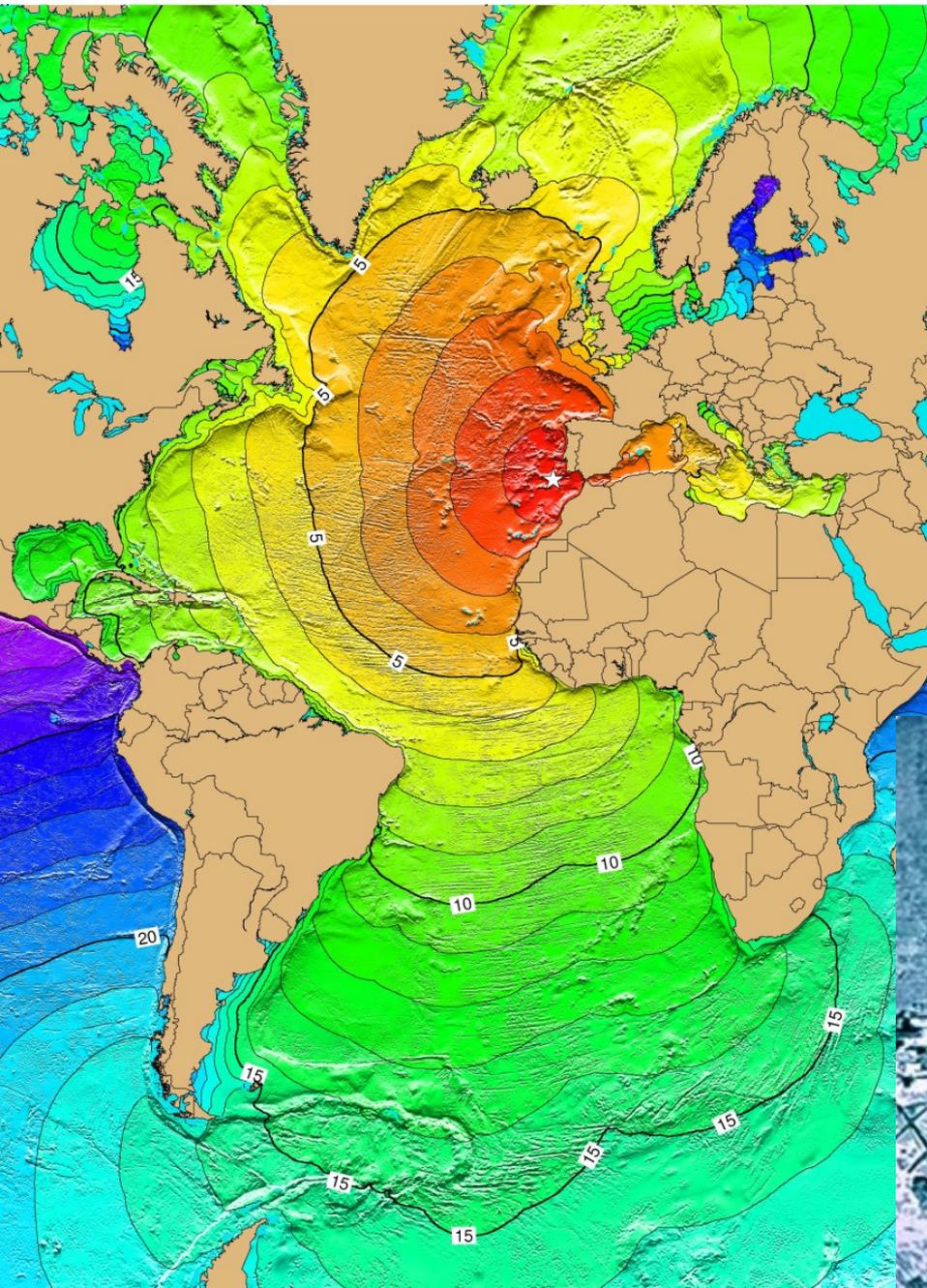


Portugal também  
tem os desastres  
naturais bem sérios?

Na manhã de **1/11/1755** (Dia de Todos os Santos), **Lisboa** foi cenário de uma das maiores tragédias da história. Um **terremoto** (atingiu a magnitude 9 na escala de Richter) seguido por **tsunami** (atingido a altura de 20 m) e **incêndios** deixou milhares de mortos (a estimativa do número de mortos varia de 10 mil a 100 mil) e igrejas destruídas.

O epicentro do terremoto foi a sudoeste da região do Algarve, a cerca de 300 quilômetros de Lisboa. Sua força foi tão grande (entre 8,7 e 9 graus, segundo estimativas atuais dos geólogos) que provocou um tsunami que afetou todo o Oceano Atlântico, do Oeste da Europa à América do Norte, e o Caribe e a costa do Brasil. Por fim, a ação de saqueadores e o fogo de velas acesas em meio aos destroços causaram múltiplos incêndios que duraram cinco dias e colaboraram para a destruição da quase totalidade da capital portuguesa.

O terramoto de Lisboa teve um enorme impacto filosófico, religioso, político e sócio-económico na sociedade portuguesa do século XVIII, dando origem aos primeiros estudos científicos do efeito de um sismo numa área alargada, marcando assim o nascimento da moderna sismologia. (Um tipo de vantagem associada a desastres naturais).



Terremotos ocorrem somente em Portugal, EUA e Japão?



Estado de Fukushima (Japão)

## cotidiano

22/04/2008 - 23h00

### Terremoto assusta moradores; leia relatos

da **Folha Online**

Um terremoto de 5,2 graus na escala Richter atingiu São Paulo na noite desta terça-feira. O tremor foi sentido em quase todas as regiões da cidade, no litoral e em alguns municípios do Estado.

Relatos de leitores da **Folha Online** apontam que o tremor de terra também foi sentido em algumas cidades de Santa Catarina, Rio de Janeiro, Paraná e Minas Gerais.

O tremor foi sentido nas cidades de Santos, Guarujá, São Vicente, Praia Grande, Tietê, Botucatu, Piedade, Limeira, Sorocaba, Indaiatuba, Mogi das Cruzes, Ribeirão Pires, Diadema, Cotia, São Roque, entre outras.

O comerciante Rubens Soares de Oliveira, 41, que mora em um sobrado em Cotia (Grande São Paulo) disse que assistia televisão com a família quando sentiu o tremor. "Senti o sofá balançando. Pensei que era um caminhão passando na rua, mas não tinha nenhum caminhão passando. Ficamos olhando um para o outro sem saber o que fazer", disse.

PUBLICIDADE

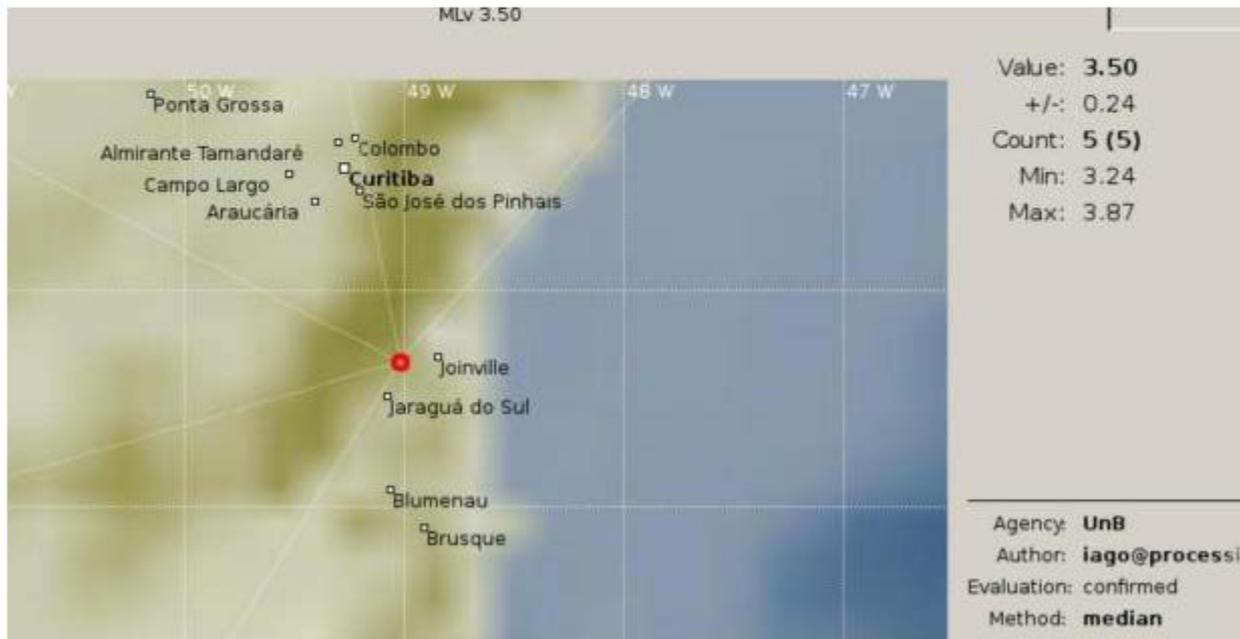


Susto 07/10/2014 | 11h42

## Tremor em Jaraguá do Sul é considerado terremoto

Moradores de Jaraguá do Sul, Guaramirim e Schroeder sentiram o fenômeno na madrugada

  **Recomendar**  **Tweet**  **g+1**



Observatório Sismológico registrou ponto onde ocorreu tremor em Jaraguá e Joinville

Foto: Reprodução / Observatório Sismológico

O tremor de terra sentido pelos moradores de Jaraguá do Sul, Guaramirim e Schroeder, na madrugada de segunda-feira teve 3,5 de magnitude, segundo o Observatório Sismológico da Universidade de Brasília (UnB).

O fenômeno é considerado um terremoto, mas, de acordo com o professor e pesquisador George Sand de França, a intensidade é considerada normal. 86

# O TERREMOTO

QUE MEXEU COM O BRASIL

Sim, o Brasil tem tremores de terra! Por serem pouco conhecidos, mas não menos importantes, há tempos os nossos sismos pediam um livro para mostrar e explicar aos brasileiros este fenômeno de grande interesse em nosso País. Veloso não apenas descreve os nossos tremores de terra, mas também resgata uma importante parte da história das Geociências no Brasil.

Sem dúvida, a atividade sísmica que abalou o município de João Câmara na década de 80 foi excepcional tanto em termos sociais como científico: além de afetar a economia e a vida de milhares de pessoas, foi a mais longa série de tremores de que se tem notícia no Brasil e ainda hoje é tema de pesquisa dos sismólogos brasileiros. Os relatos de Veloso sobre esta dramática história vão surpreender os leitores.

Numa combinação bem balanceada entre ciência, divulgação, e casos pitorescos sobre os tremores do Brasil, este livro preenche uma lacuna importante de divulgação na área de Geofísica. Além de mostrar personagens importantes da nossa história científica (até Dom Pedro II se envolveu com estudos sísmológicos!) Veloso revela alguns dados históricos inéditos até para os próprios sismólogos brasileiros. O "Terremoto que Mexeu com o Brasil" será de interesse para leigos, estudantes e até para os nossos geocientistas.

**Doutor Marcelo Assumpção**

Professor Titular do IAG/USP e  
Membro da Academia Brasileira de Ciências



ISBN: 978-85-409-0036-3



9 788540 900363

www.thesaurus.com.br

# O TERREMOTO

QUE MEXEU COM O BRASIL

Como João Câmara, RN, mostrou que nosso País  
não está livre de abalos destrutivos



José Alberto Vivas Veloso



Todos nós estamos vivendo em todos tipos de situações ambientais e estamos expostos a quaisquer fenômenos naturais. Conseqüentemente temos grande possibilidade de encontrar e sofrer todos os tipos de desastres (naturais).



# Tilly Smith



## O que ela fez?

Duas semanas antes de ir para a Tailândia, **durante uma aula de geografia**, Tilly Smith de 10 anos aprendeu a observar o comportamento do mar antes de um tsunami .

No dia 26 de dezembro de 2004, em uma praia da Tailândia, Tilly soube o que estava acontecendo quando viu o mar recuar na praia e, assim, **salvou mais de 100 pessoas** ao alertar seus pais sobre a vinda de um tsunami.

**Um dos bons exemplos que demonstram a importância da conscientização (educação)!**

## 2. Hidrologia - recursos hídricos e ciclo hidrológico



## 2.1. Aspectos gerais

Hidrologia: a ciência que trata da água na Terra, sua ocorrência, circulação e distribuição, suas propriedades físicas e químicas, e sua reação com o meio ambiente, incluindo sua relação com as formas vivas.

(U.S. Federal Council for Science and Technology)

“Hydrology is the science which deals with the waters of the earth, their occurrence, circulation and distribution on the planet, their physical and chemical properties and their interactions with the physical and biological environment, including their responses to human activity. Hydrology is a field which covers the entire history of the cycle of water on the earth” (UNESCO, 1964)

International Hydrological Decade – IHD: 1965 - 1975

International Hydrological Programme – IHP: 1976 - presente

# IHP (International Hydrological Programm) – VIII (2014-2021)

## "Water security: Responses to local, regional, and global challenges"

For our purpose, water security is defined as:

*The capacity of a population to safeguard access to adequate quantities of water of acceptable quality for sustaining human and ecosystem health on a watershed basis, and to ensure efficient protection of life and property against **water related hazards – floods, landslides, land subsidence and droughts**.*

IHP-VIII focuses on six knowledge areas, translated into themes:

- **Theme 1: Water-related disasters and hydrological change**
- Theme 2: Groundwater in a changing environment
- Theme 3: Addressing water scarcity and quality
- Theme 4: Water and human settlements of the future
- Theme 5: Ecohydrology, engineering harmony for a sustainable world
- **Theme 6: Water education, key for water security**

ICSU – International Council of Scientific Unions

– IUGG – International Union of Geodesy and **Geophysics**

– **IAHS – International Association of Hydrological Sciences**

– ICSW – International Commission on Surface Water

– ICGW – I.C. on Ground Water

– ICCE – I.C. on Continental Erosion

– ICSI – I.C. on Snow and Ice

– ICWQ – I.C. on Water Quality

– ICWRS – I.C. on Water Resources System

– ICRSDT – I.C. on Remote Sensing and Data Transmission

– ICCLAS – I.C. on the Coupled Land-Atmosphere System

– ICT – I.C. on Tracers

<http://iahs.info/>

# **Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH**

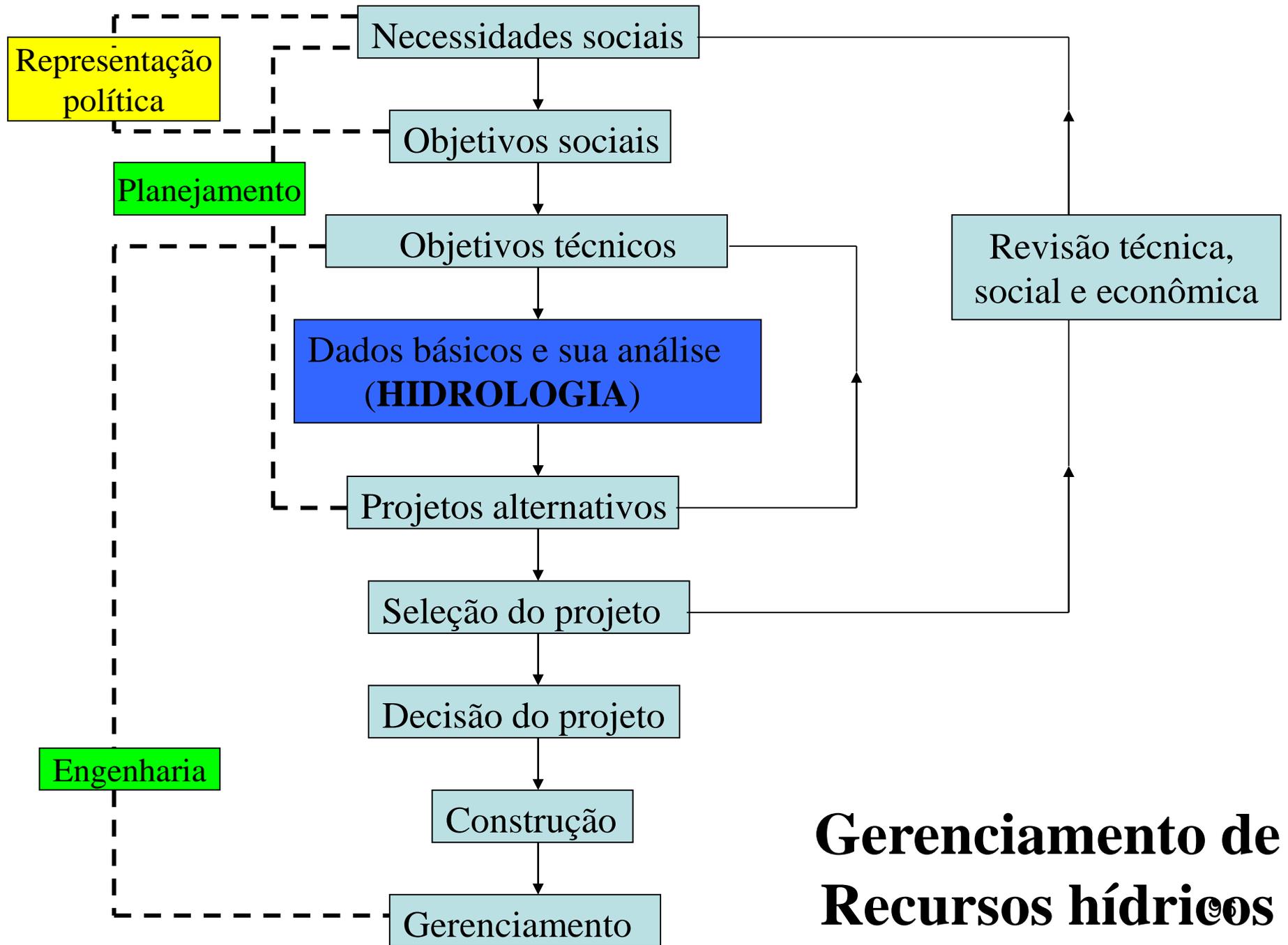
## **Comissões técnicas**

1. Ambientes Costeiros
2. Engenharia de Sedimentos
3. Águas Urbanas
4. Hidrologia Subterrânea
5. Energia
6. Gestão de Recursos Hídricos
7. Semi-Árido
8. Hidrometria

<http://www.abrh.org.br>

# Usos da Água





# Gerenciamento de Recursos hídricos

# Contribuição da Hidrologia

1. Energia hidrelétrica (barragens e reservatórios)
2. Abastecimento urbano e industrial de água
3. Irrigação e drenagem agrícola
4. Drenagem urbana
5. Navegação fluvial
6. Retificação do rio
7. **Manejo de bacias hidrográficas**
8. Recreação e lazer
9. Preservação de fauna e flora
10. **Prevenção de desastres naturais**
- 11.....



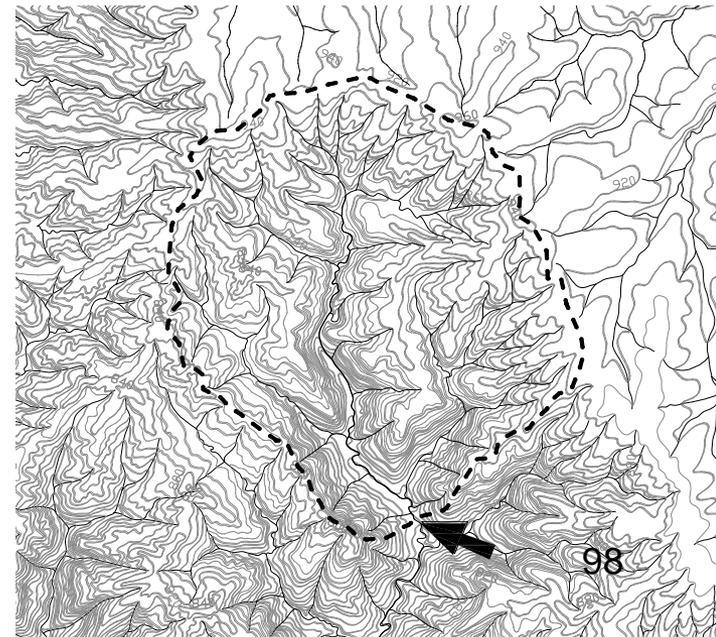
## 2.2. Bacias hidrográficas

A **bacia hidrográfica** é definida como uma área na superfície terrestre, sobre a qual o **escoamento superficial** em qualquer ponto converge para uma única saída, chamada **exutório**.

A **microbacia hidrográfica** é uma área fisiográfica drenada por um curso da água ou por um sistema de cursos de água conectados e que convergem, direta ou indiretamente, para um leito ou para um espelho da água (Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas).

O Ministério da Agricultura (BRASIL, 1987) sugere a microbacia hidrográfica como **unidade ideal** para o planejamento integrado do manejo dos recursos naturais.

**Microbacia = ou  $\approx$  ou  $\neq$  Bacia ??????**





Bacia hidrográfica =  
encostas + rede fluvial (rios)

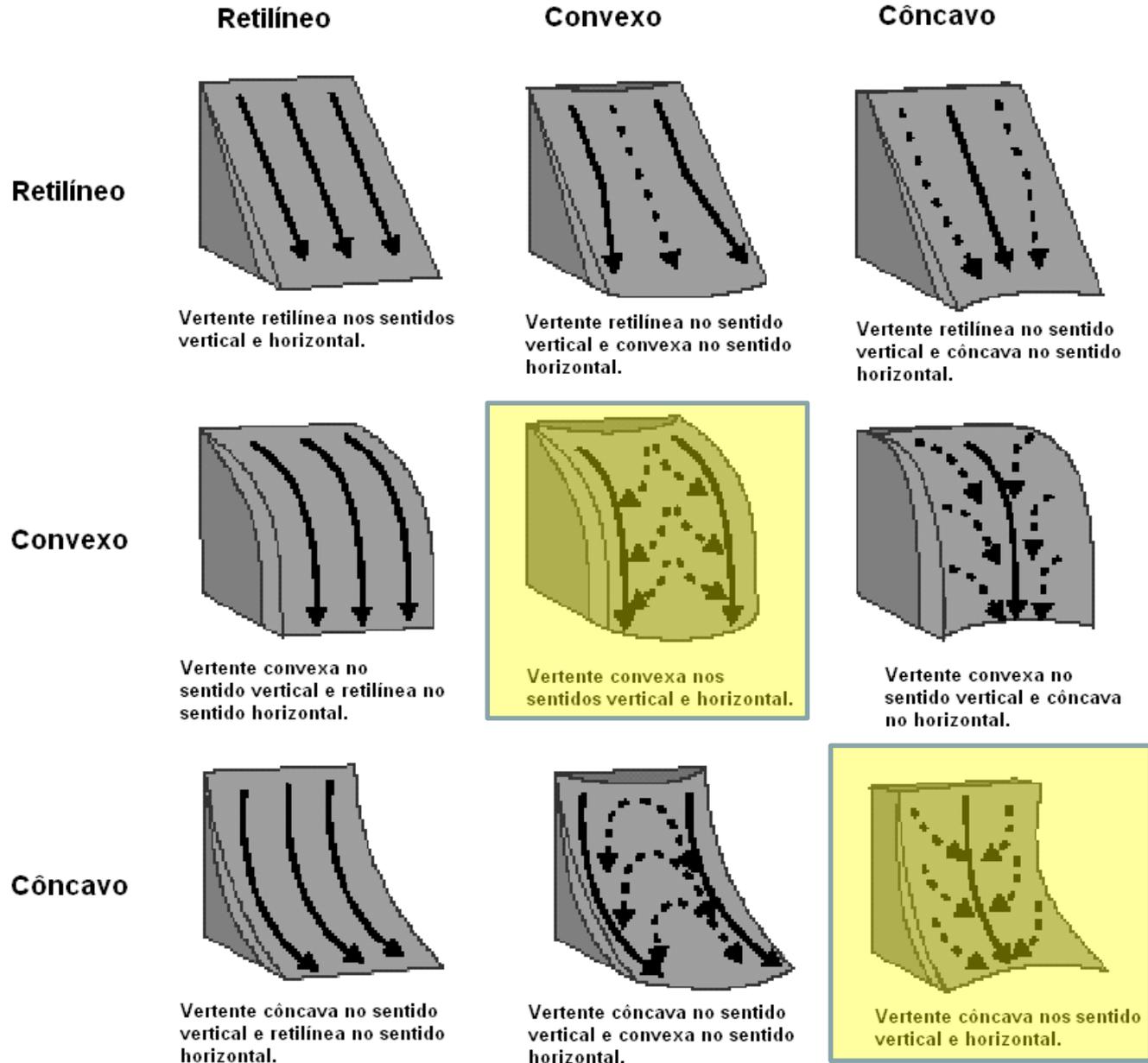
## Classificação dos rios

**RIOS PERENES:** rios que drenam água no decorrer do ano todo.

**RIOS INTERMITENTES:** rios que drenam água durante parte do ano, e ficam secos durante outra parte do ano.

**RIOS EFÊMEROS:** rios que existem durante e imediatamente após uma chuva, e depois se extinguem.

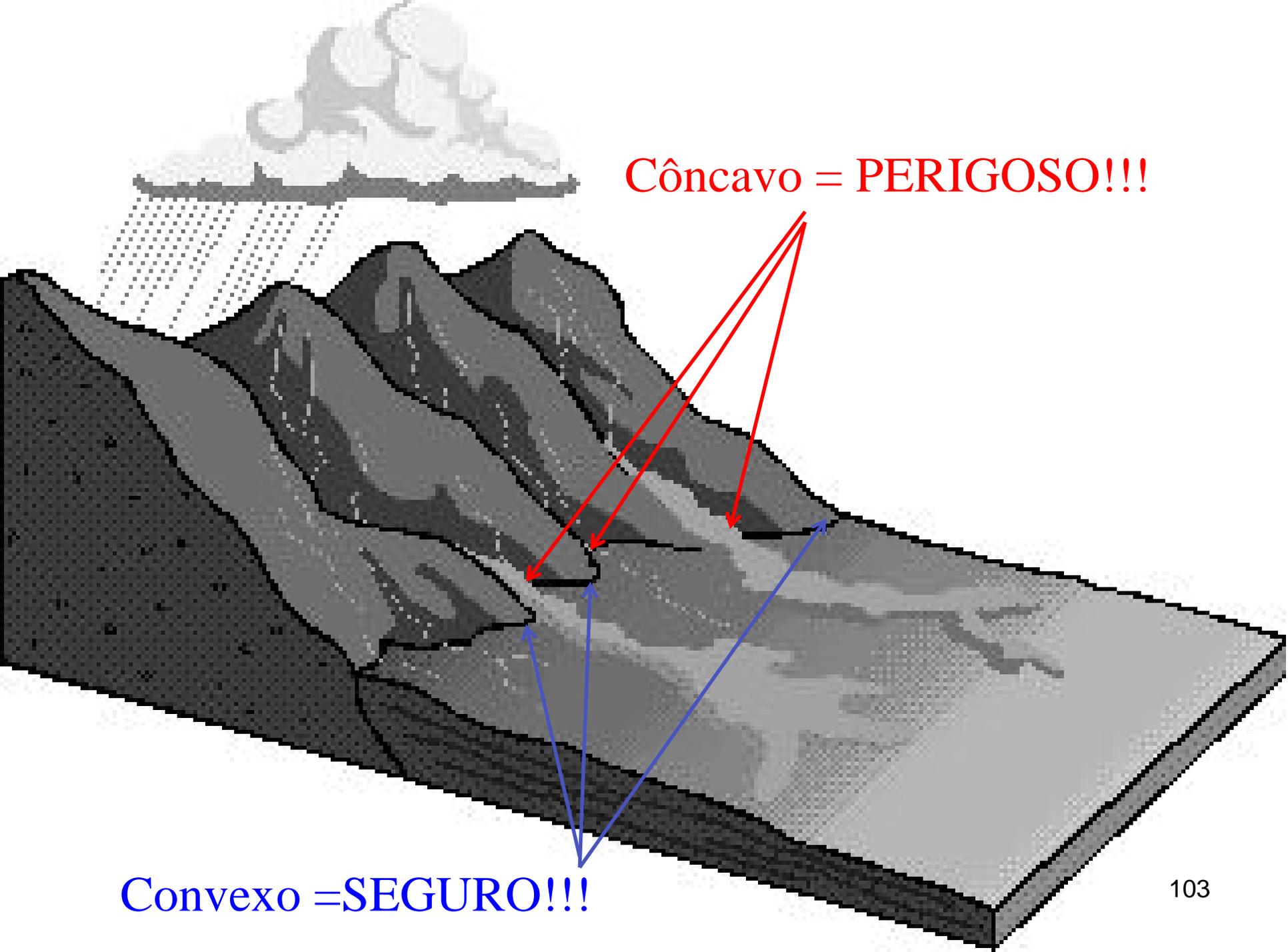
# Geometria e declividade em encostas



A seta pontilhada indica a tendência de fluxo de canal inicial e a seta cheia representa a tendência de fluxo no canal concentrado.



**Podia saber este escorregamento!!!!**



Côncavo = PERIGOSO!!!

Convexo = SEGURO!!!

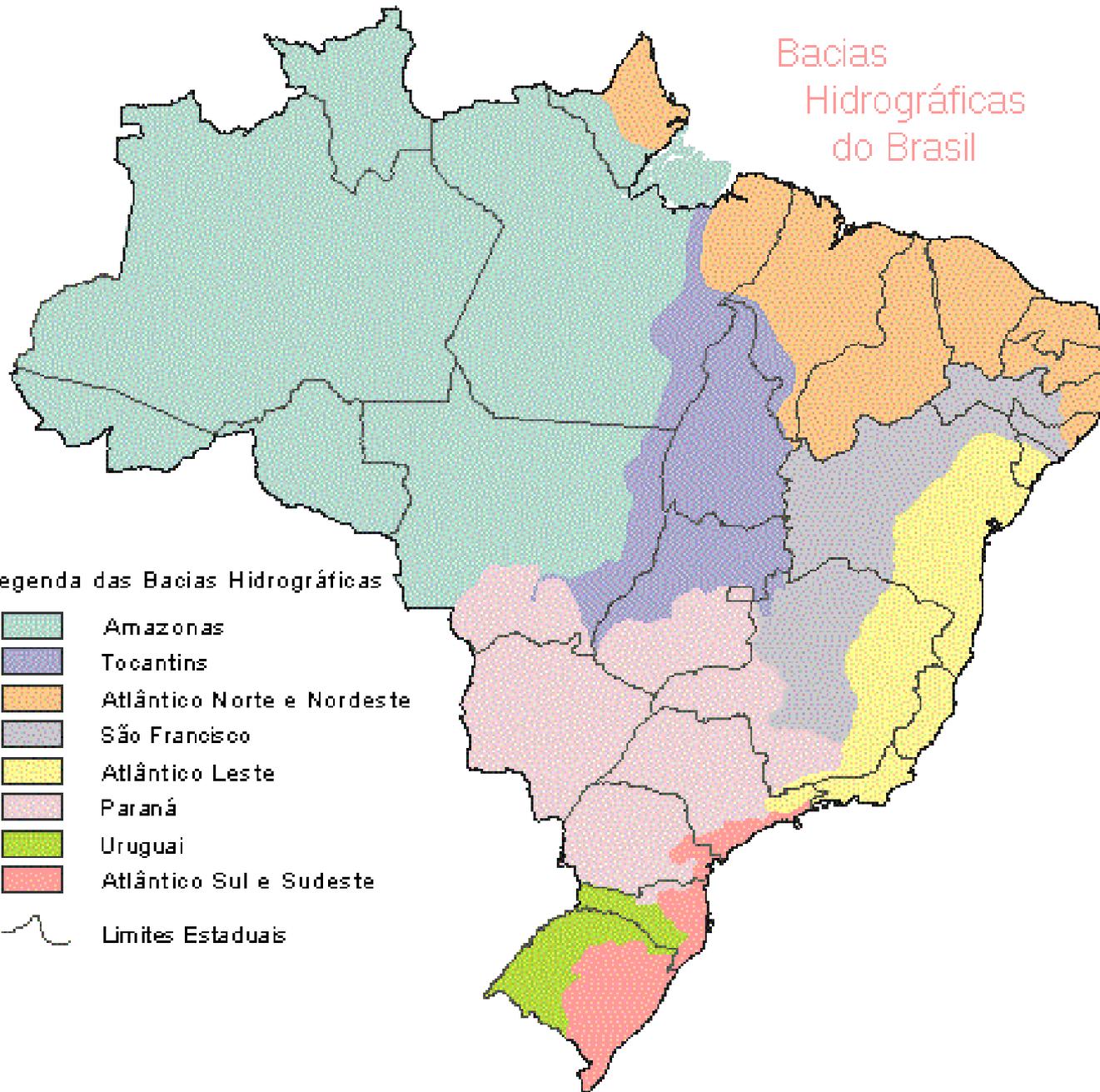
Corte côncavo!



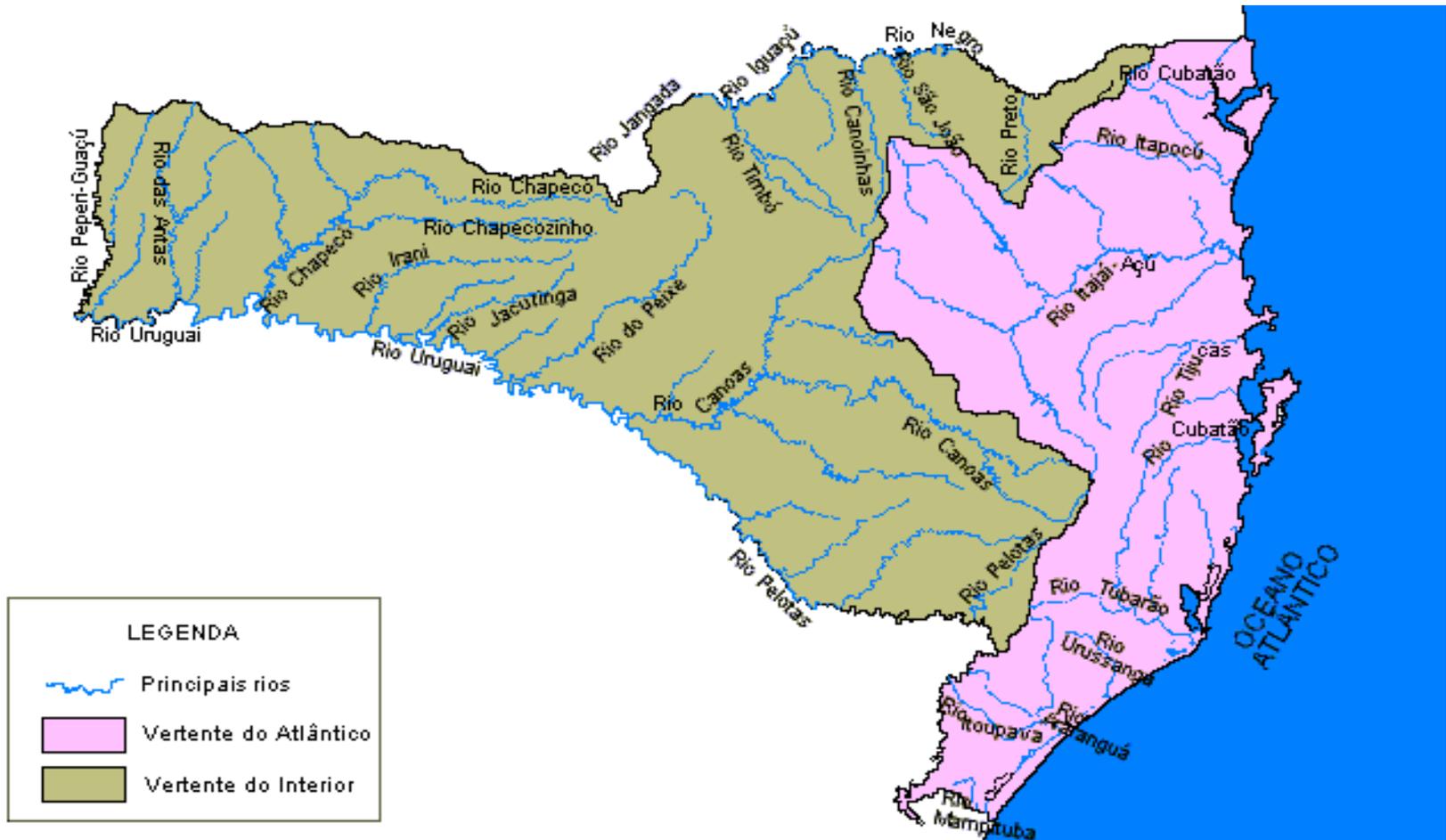
# Bacias Hidrográficas do Brasil

## Legenda das Bacias Hidrográficas

- Amazônicas
- Tocantins
- Atlântico Norte e Nordeste
- São Francisco
- Atlântico Leste
- Paraná
- Uruguai
- Atlântico Sul e Sudeste
- Limites Estaduais

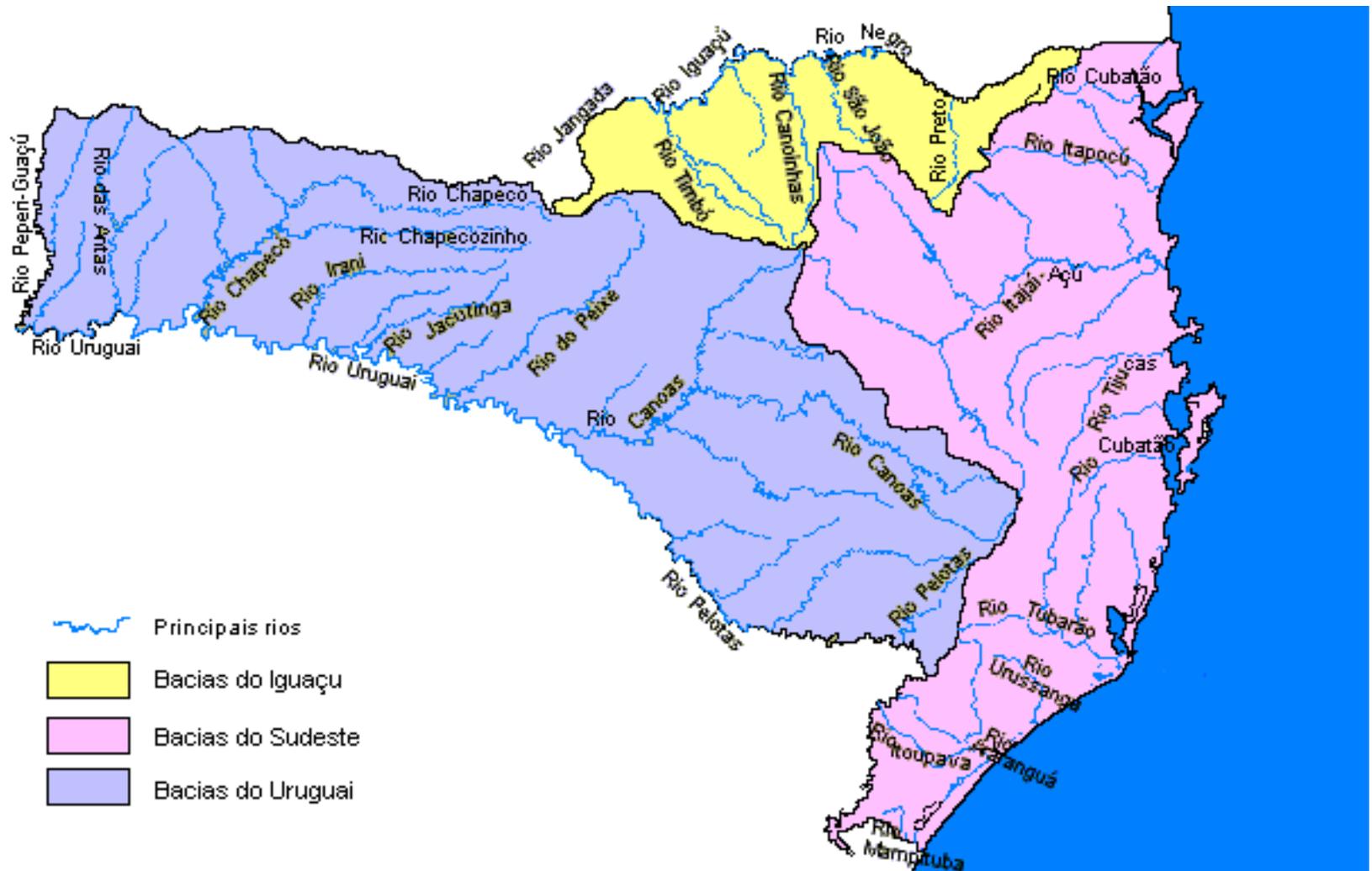


## Sistemas independentes de drenagem

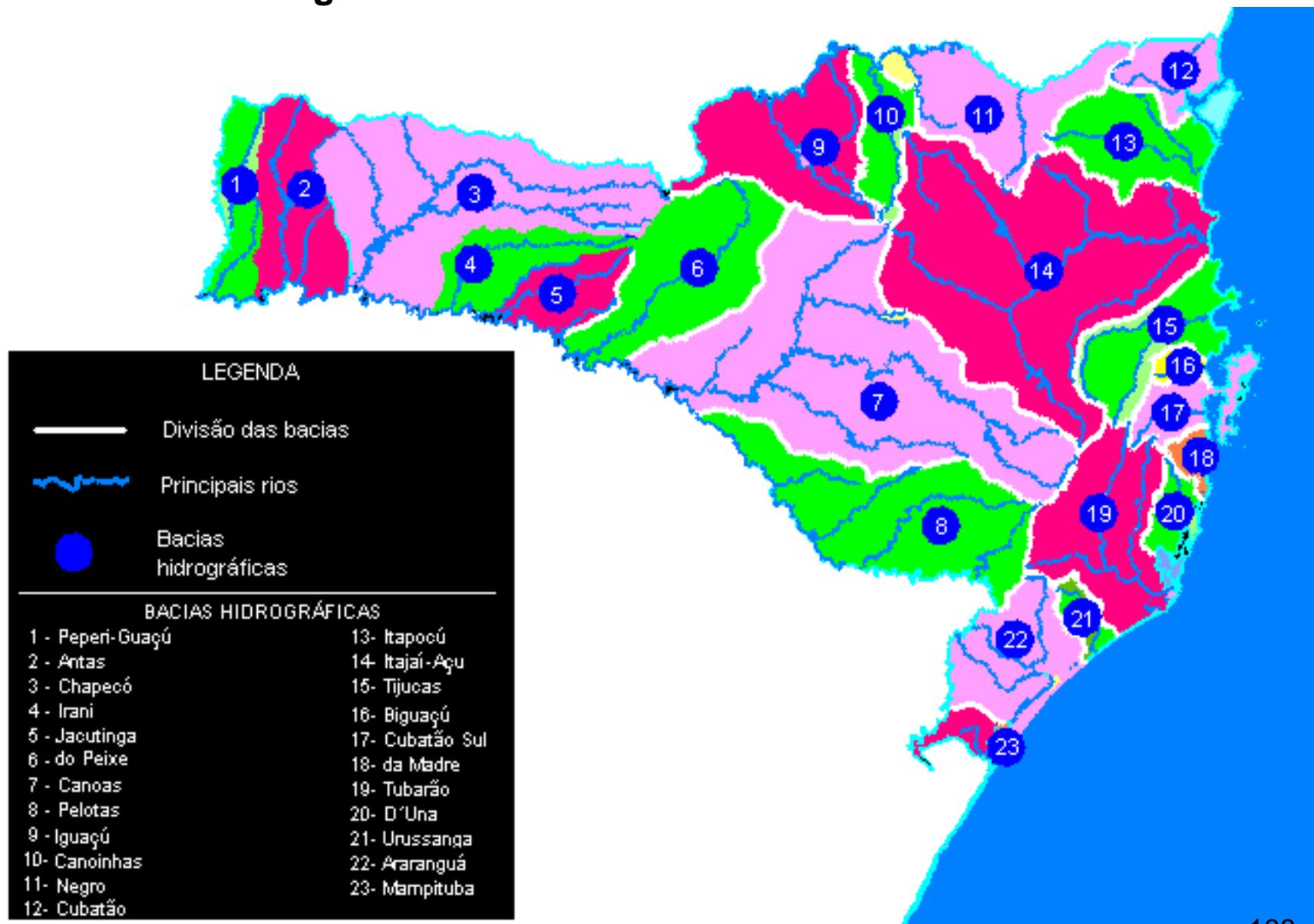


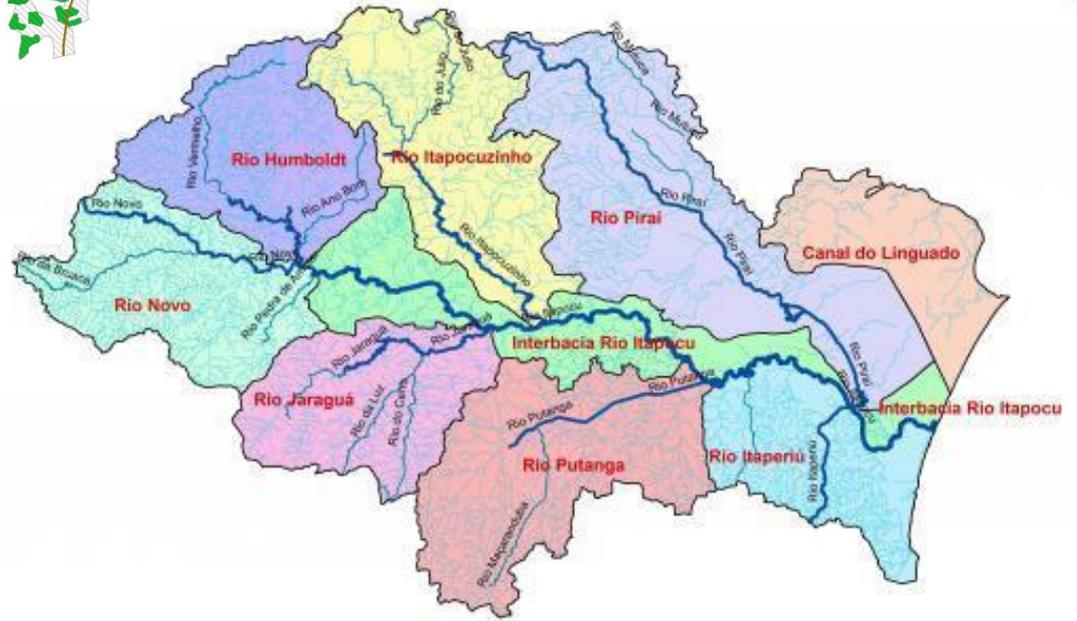
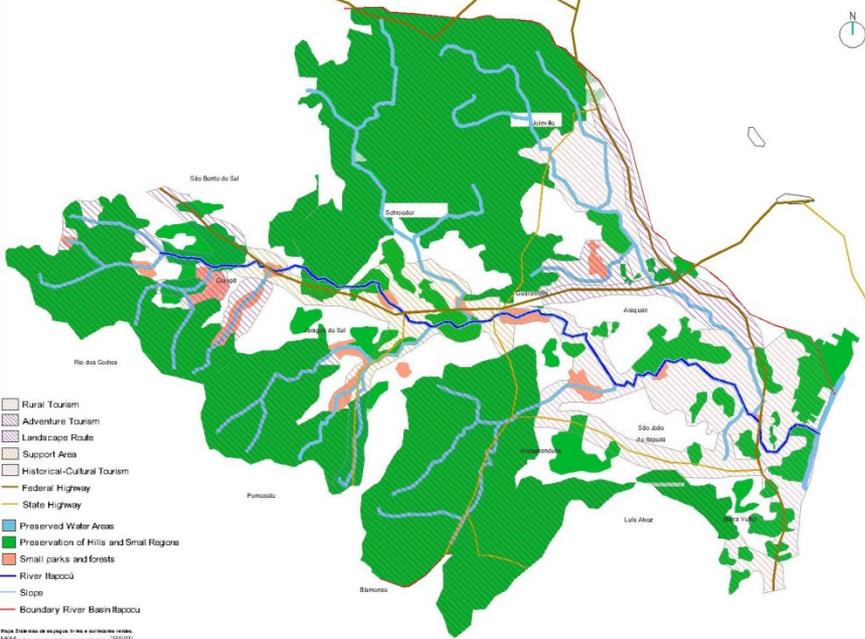
A rede hidrográfica de SC é constituída por dois sistemas independentes de drenagem. O grande divisor de águas dos dois sistemas é representado pela Serra Geral e pela Serra do Mar, mais ao norte.

## Bacias hidrográficas do Uruguai, do Iguaçu e do Sudeste



# Bacias hidrográficas





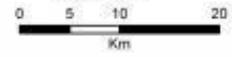
**LEGENDA**

**Sub-bacias**

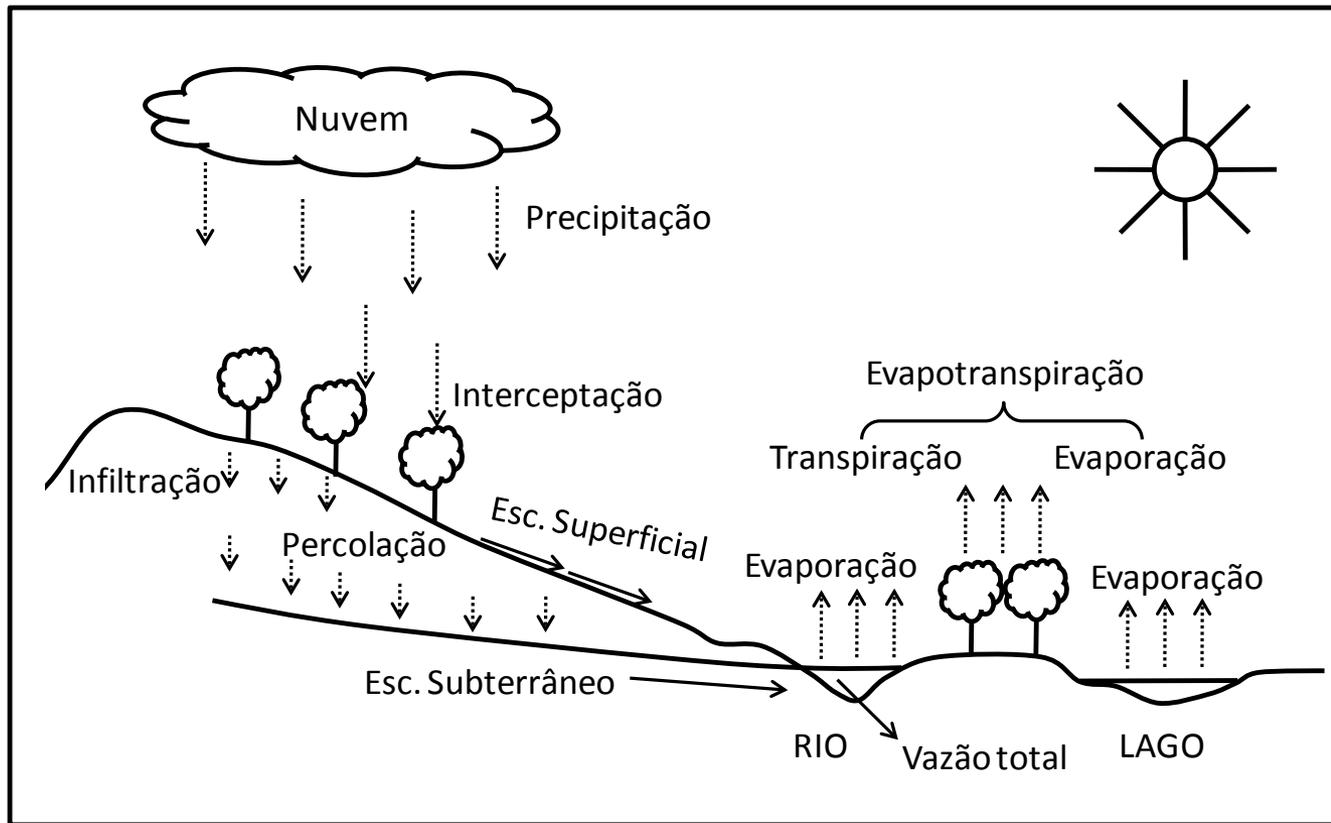
- Canal do Linguado
- Interbacia Rio Itapocu
- Rio Humboldt
- Rio Itaperiú
- Rio Itapocuzinho
- Rio Jaraguá
- Rio Novo
- Rio Pirai
- Rio Putanga
- Rio Itapocu
- Afluentes Principais
- Outros cursos d'água

**ESCALA**

1:500.000



## 2.3. Características principais dos recursos hídricos



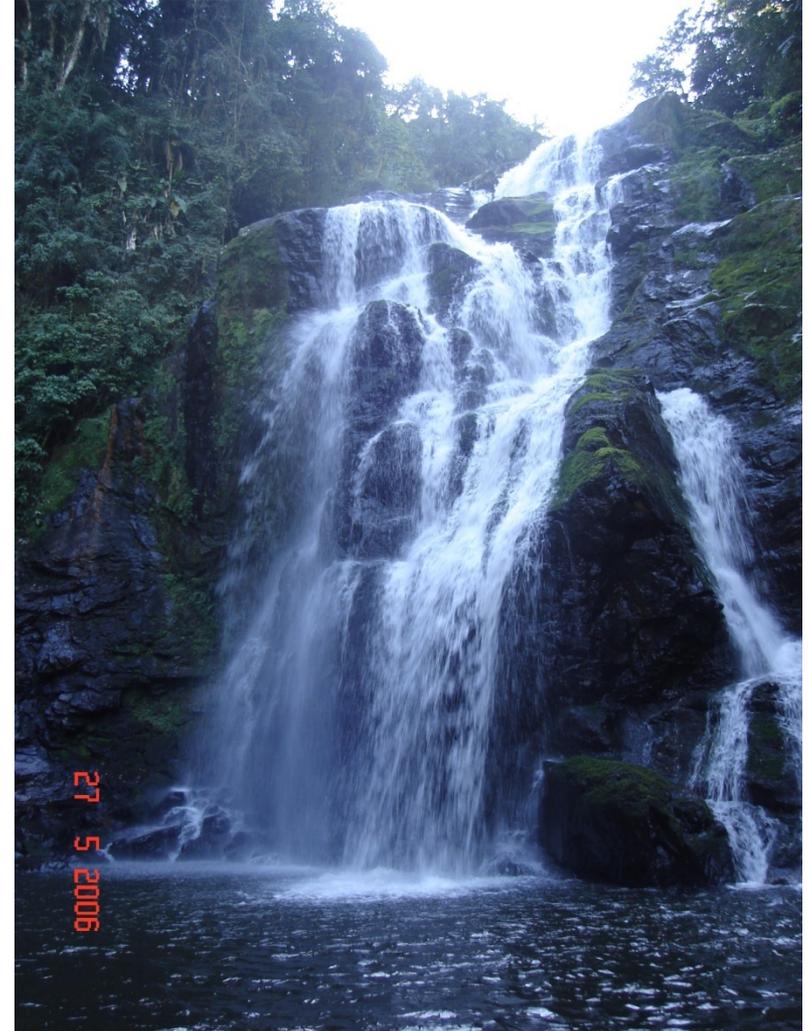
- Circulação natural (ciclo hidrológico);
- Variação na distribuição espacial;
- Variação na distribuição temporal.



## CICLO HIDROLÓGICO ou CICLO DA ÁGUA

- é o processo natural de evapotranspiração, condensação, precipitação, detenção, escoamento superficial, interceptação, infiltração, percolação no solo, escoamento de água subterrânea, escoamentos fluviais<sup>11</sup> e interações entre esses componentes.

# Vazão no rio (Escoamento Superficial)



Corupá

## Dúvida simples

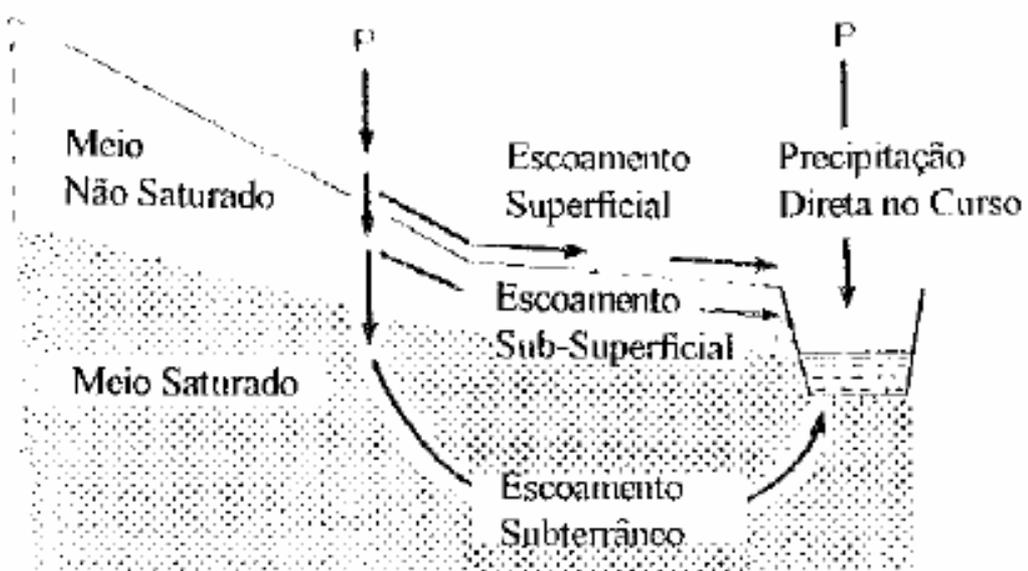
“Aonde vai a chuva que cai?”

“Quando a água da chuva que entrou no solo vai chegar ao rio?”

“Qual caminho a água no solo percorre até o rio?”

O mecanismo de geração de vazão é o tópico principal da hidrologia!

# Geração de vazão



Mendiondo & Tucci (1997)  
Revista Bras. Rec. Híd. v.2, n.1.

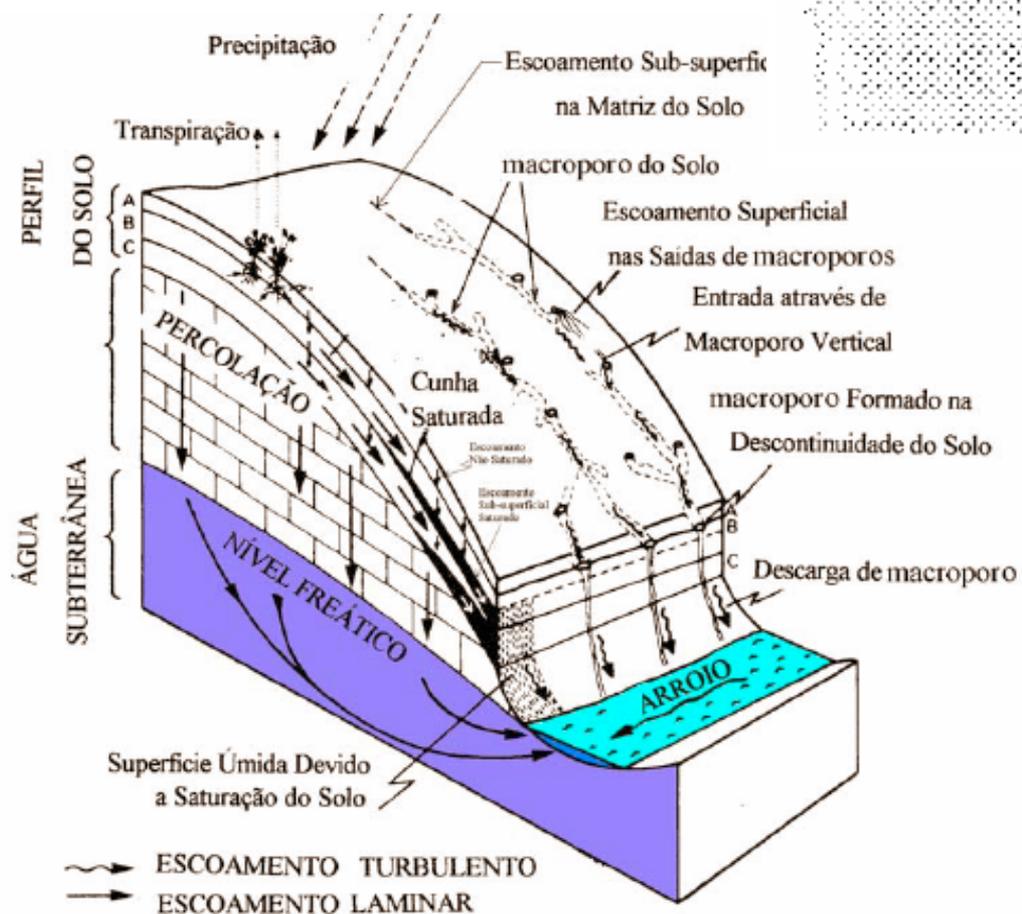
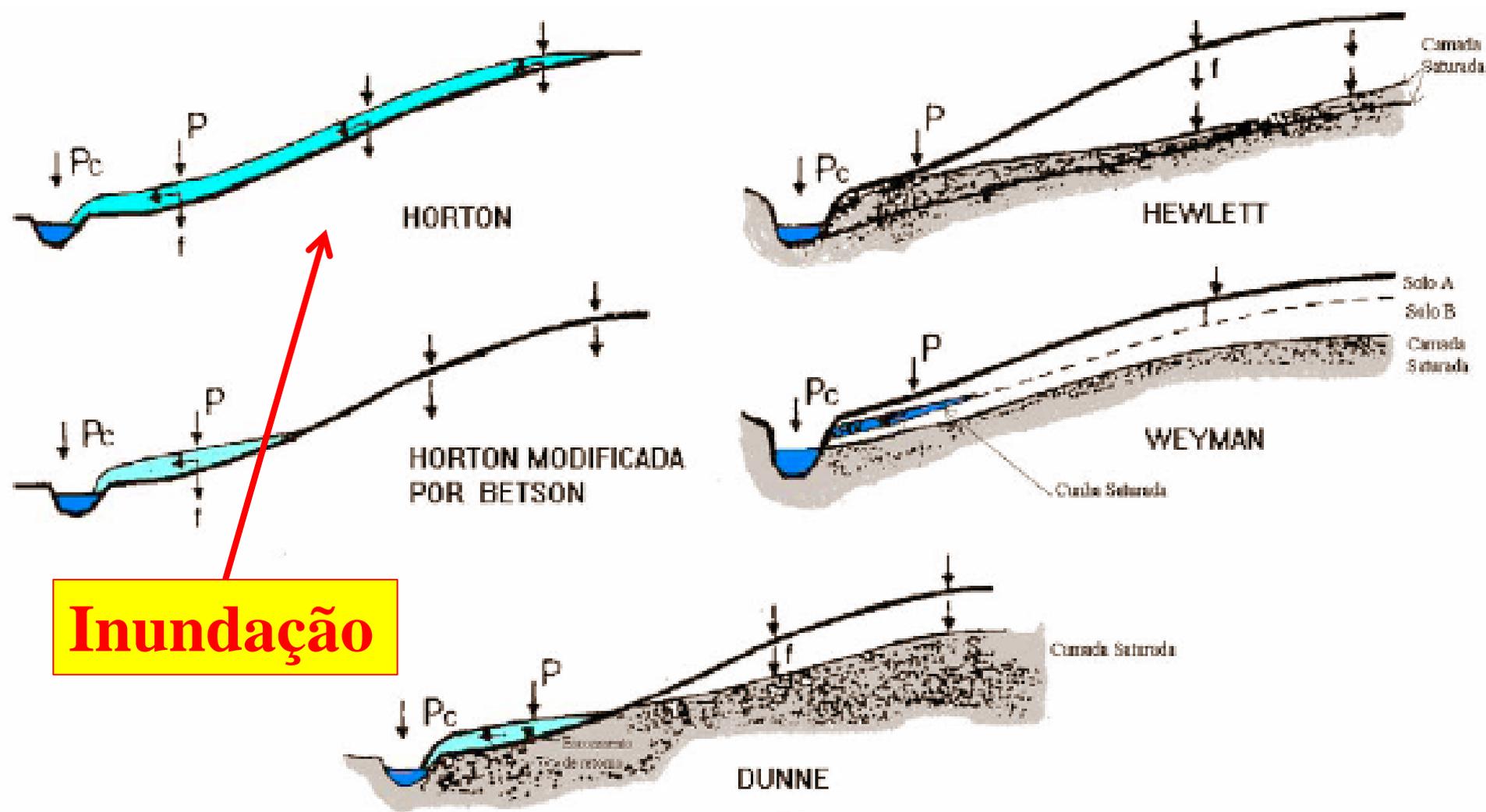


Figura 2. Visão distribuída da geração de escoamento na vertente (Atkinson, 1978)



**Inundação**

**Escorregamento**

Figura 7. Mecanismos de geração de escoamento a nível concentrado (Beven, 1986)

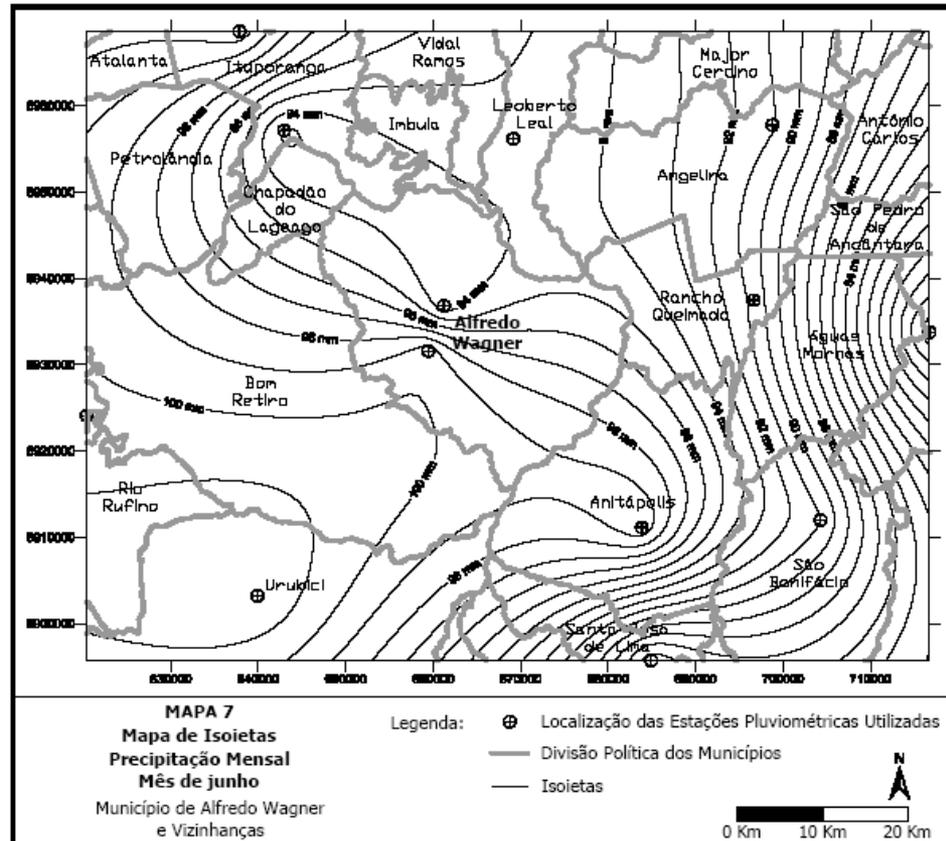
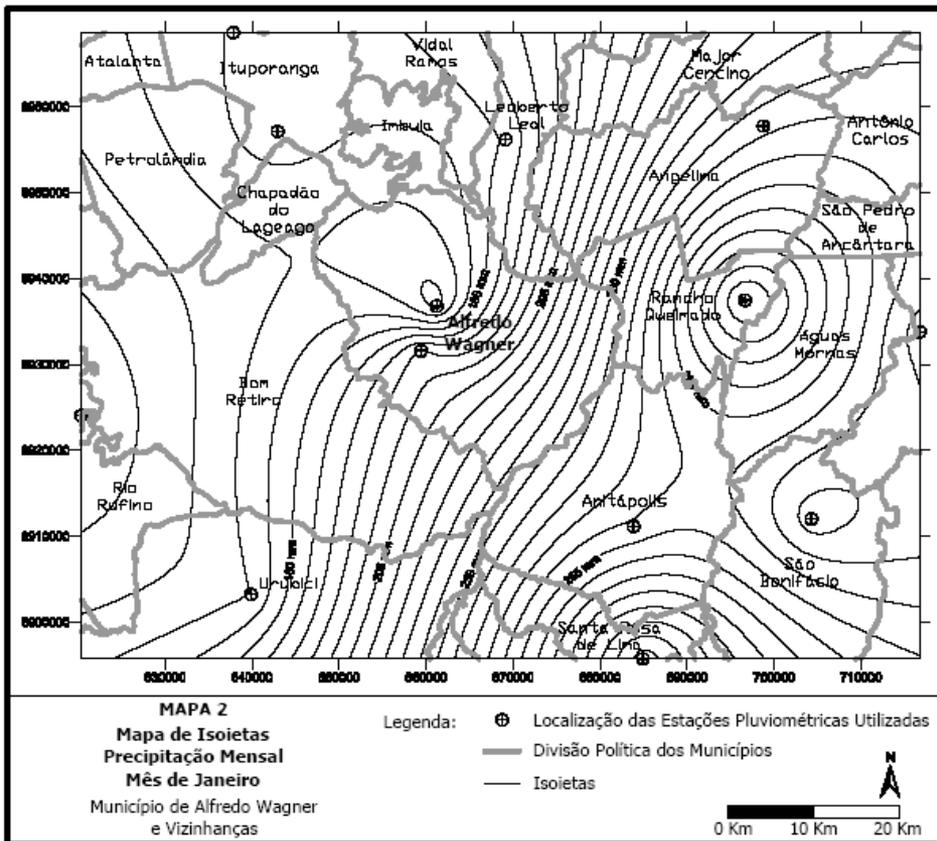
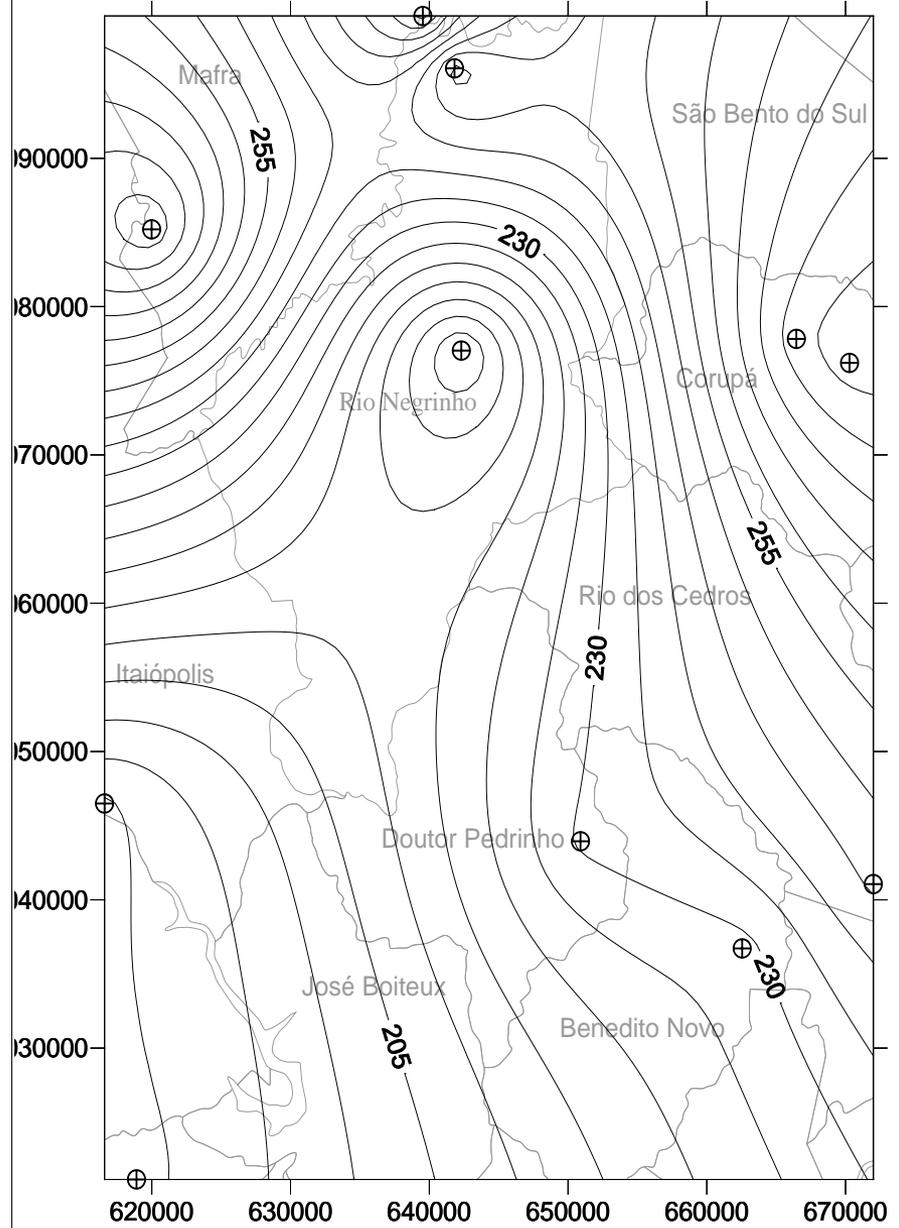
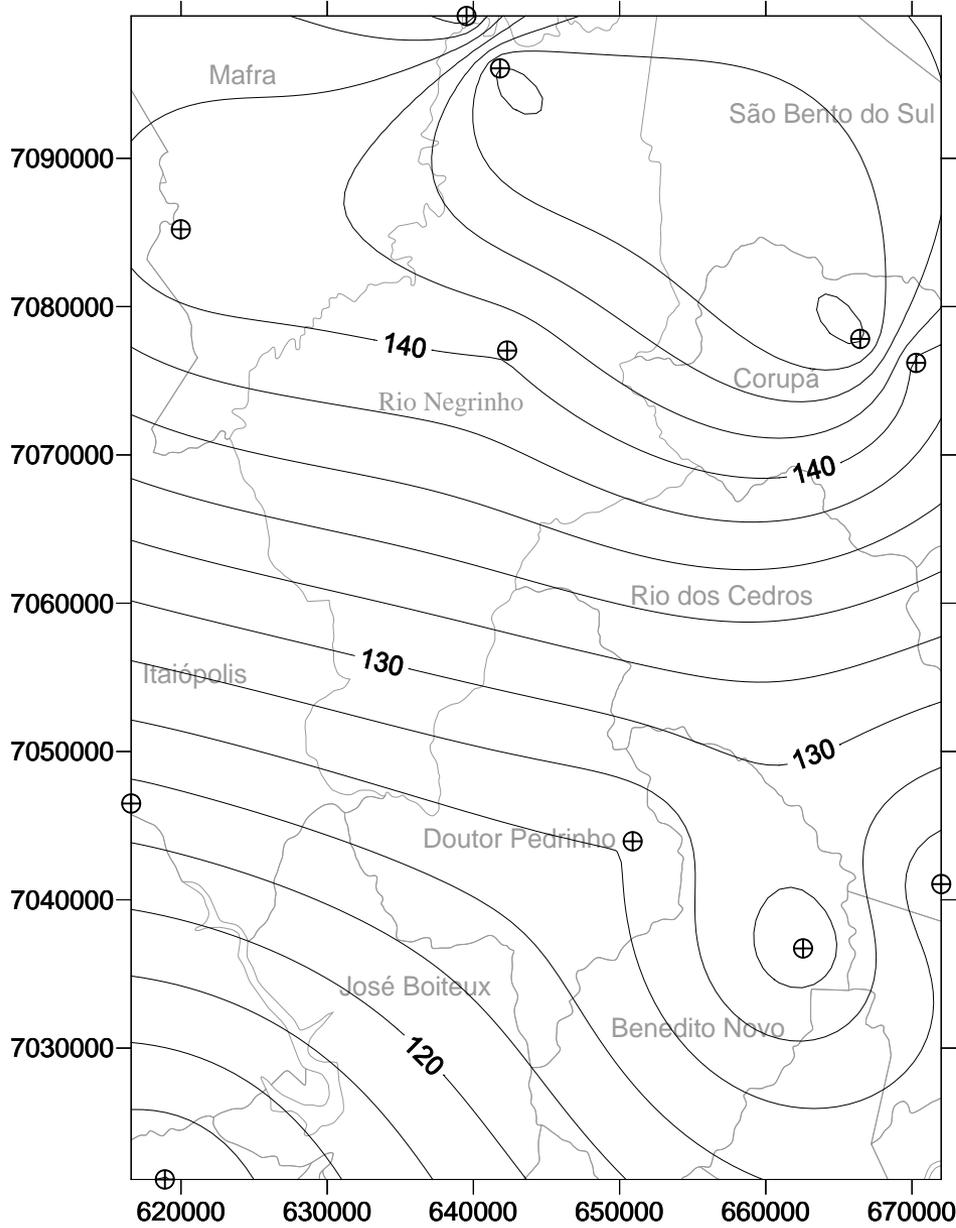


Figura 13 - Mapa com isoietas de precipitação mensal no mês de janeiro.

Figura 14 - Mapa com isoietas de precipitação mensal no mês de junho.

Estudo de precipitação na região de Alfredo Wagner em janeiro (verão) e junho (inverno) (Fonte: Alves et al., 2005)

- Ciclo hidrológico;
- **Variação na distribuição espacial;**
- **Variação na distribuição temporal.**

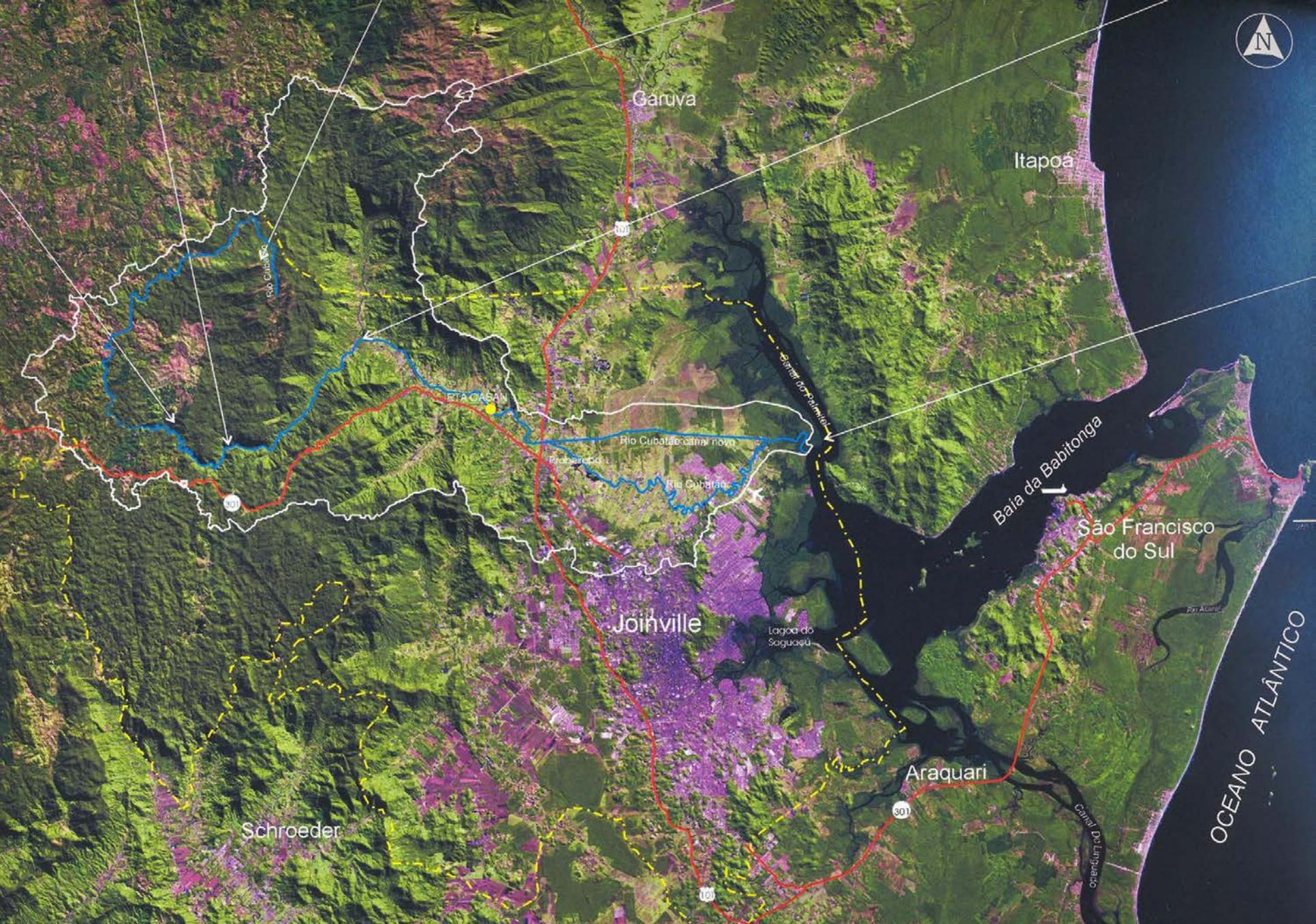


Julho  
 Município de Rio Negrinho e vizinhança

Janeiro

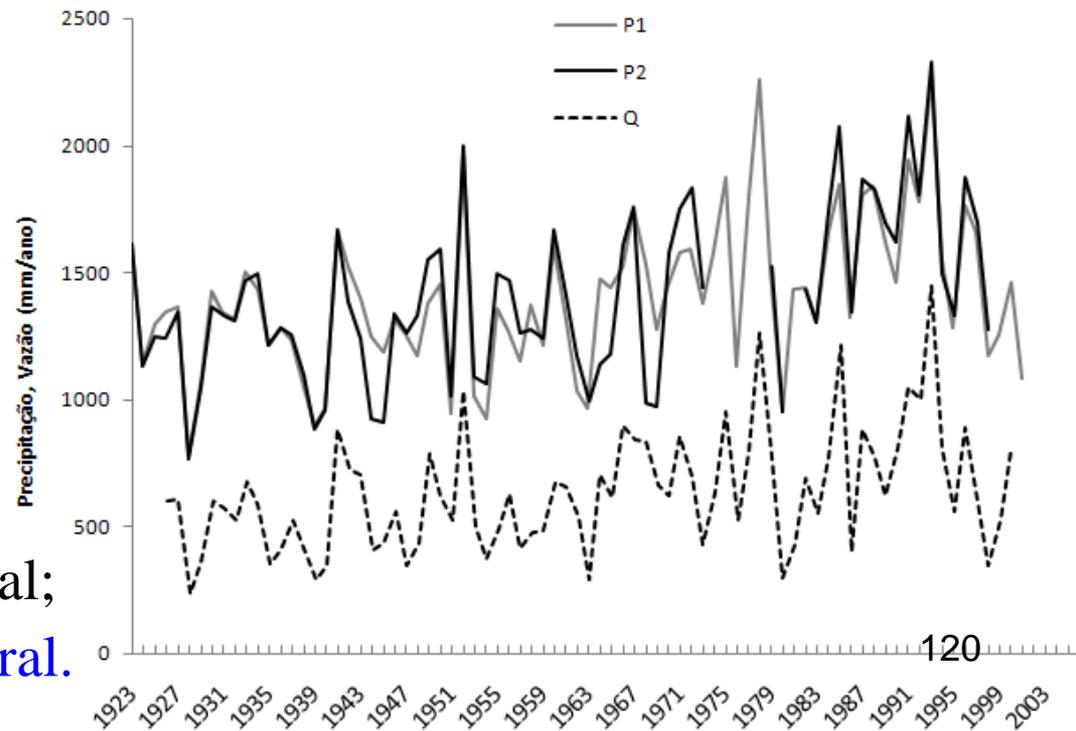
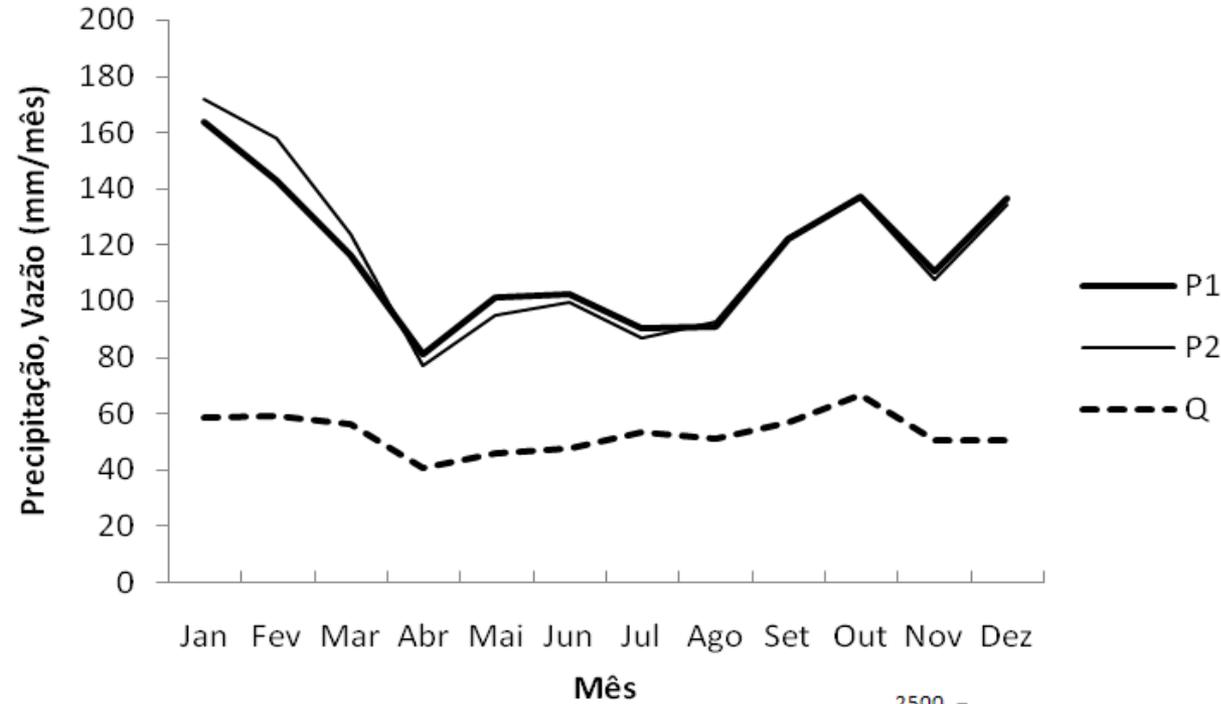
Pergunta 1: Você aceita transposição de bacias?

Pergunta 2: Onde encontra transposição de bacias?

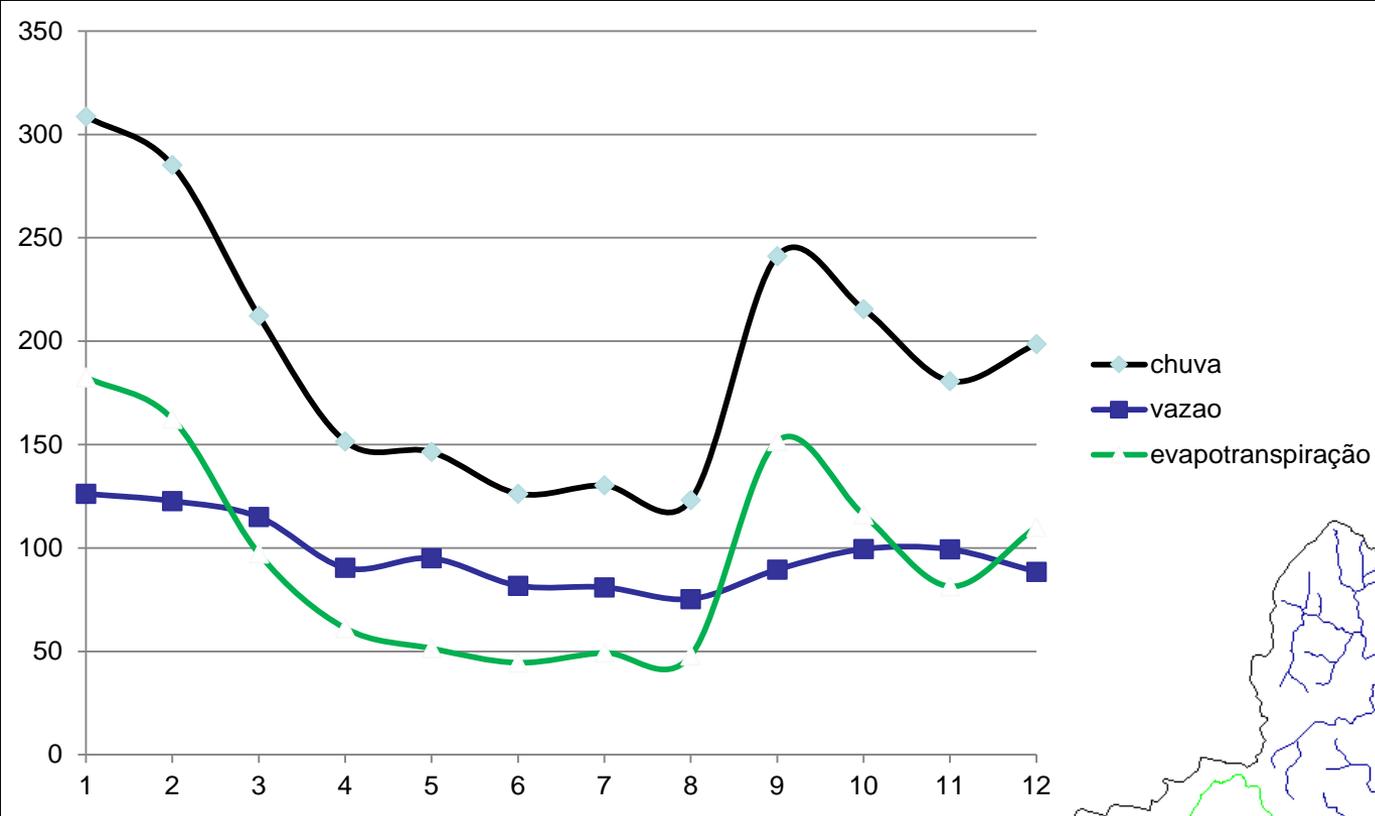


Fonte: Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão Joinville - CCJ

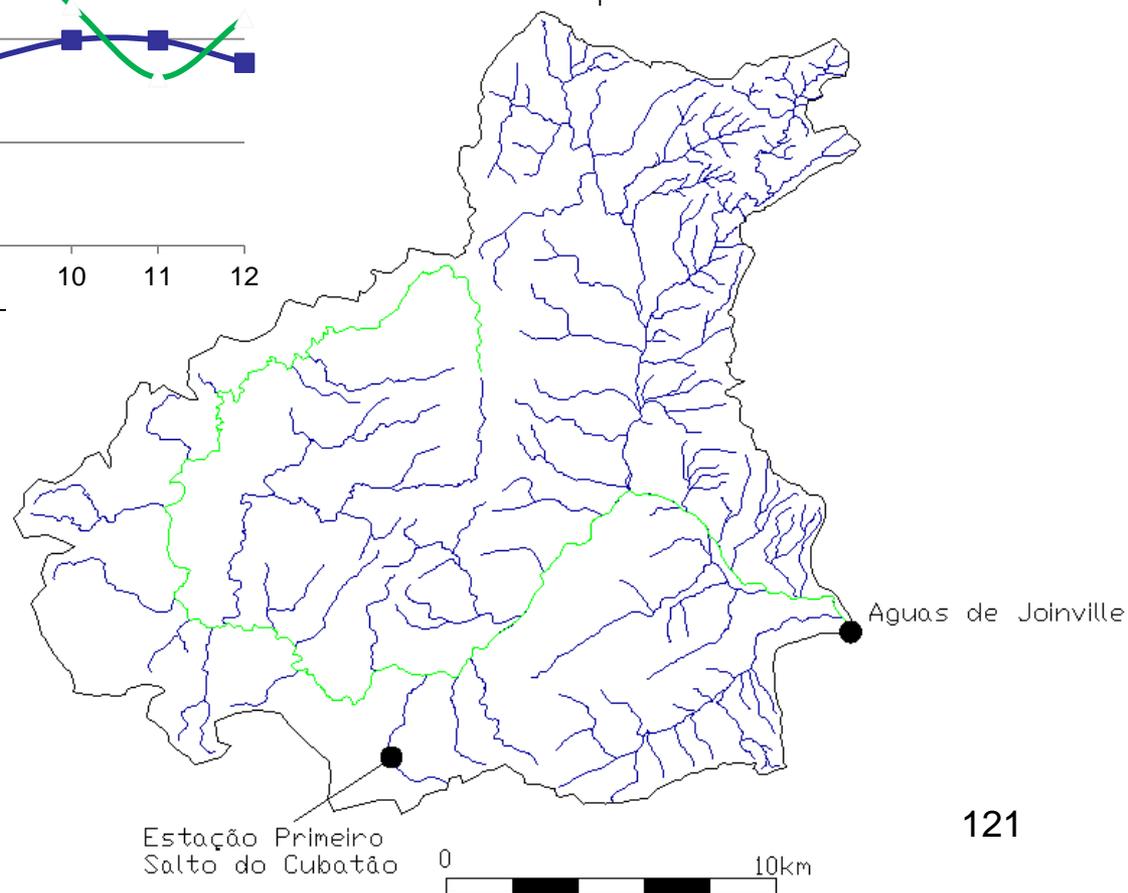
# Comportamento da precipitação e vazão para a região de Rio Negro/PR



- Ciclo hidrológico;
- Variação na distribuição espacial;
- Variação na distribuição temporal.



Precipitação: 2320,1 mm/ano  
 Vazão: 1164,2 mm/ano  
 Evapotranspiração: 1155,9 mm/ano

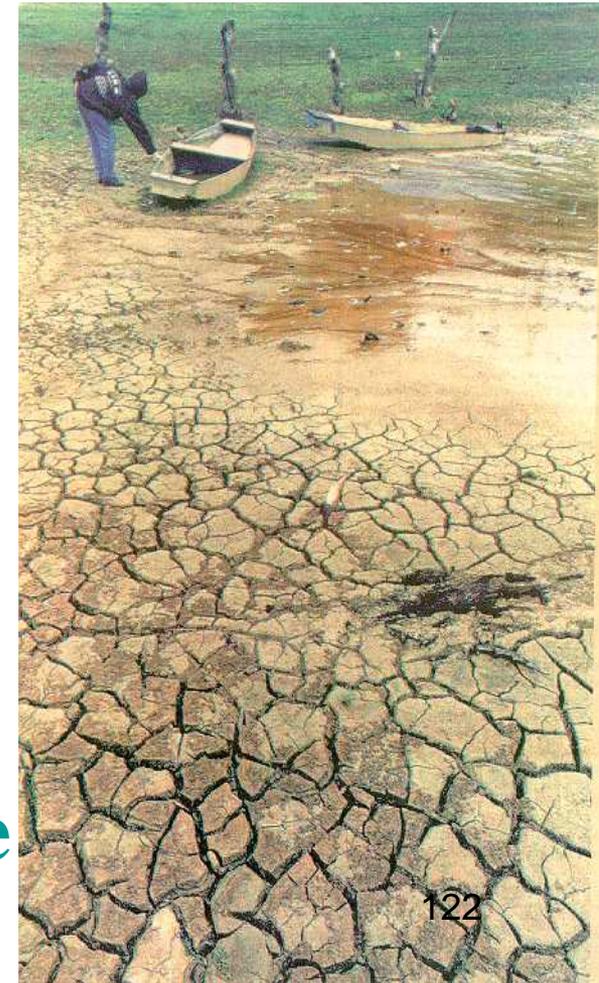


# Mecanismo de desastres naturais

Escorregamento

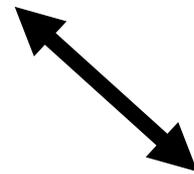


Estiagem



**Excesso  
de água**

**Falta de  
água**



Inundação

# Estiagem



- A estiagem é causada quando chove pouco, ou não chove, numa determinada região por um período de tempo muito grande;
- Chama-se **seca**, quando este fenômeno ocorre com maior intensidade.

Estiagem afeta fortemente a qualidade da vida!



Gana, África, 1986



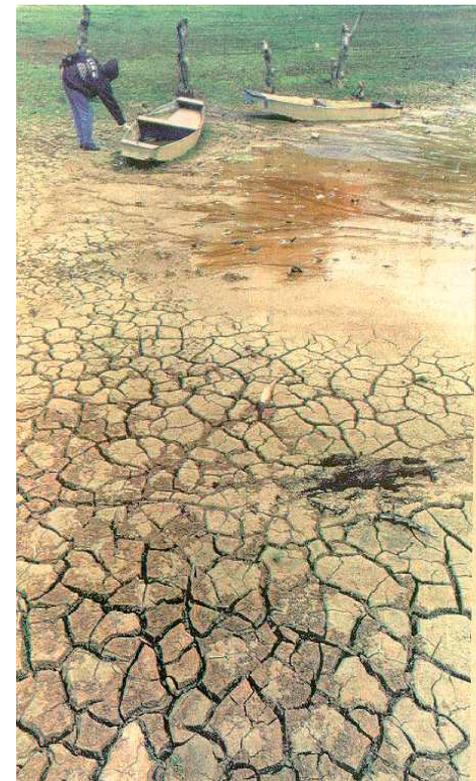
# Características da água (recursos hídricos)

1. Circulação natural (Ciclo hidrológico)
2. Variabilidade espacial
3. Variabilidade temporal



Falta e excesso da água  
em

vários locais e vários momentos



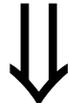
**Fatores humanos** →  
(mau gerenciamento de bacias)



**DESASTRES NATURAIS**  
(inundação, estiagem, escorregamento, etc.)

## Características dos RECURSOS HÍDRICOS

- 1) **Circulação** (renovável) Obs. Minerais, petróleo, entre outros são recursos de consumo
- 2) **Heterogeneidade** (variabilidade) da distribuição espacial
- 3) **Heterogeneidade** (variabilidade) da distribuição temporal



As adequações espaciais e temporais, qualitativas e quantitativas dos padrões de disponibilidades aos padrões das necessidades hídricas (**aplicação da hidrologia**) são indispensáveis para o desenvolvimento sustentável.



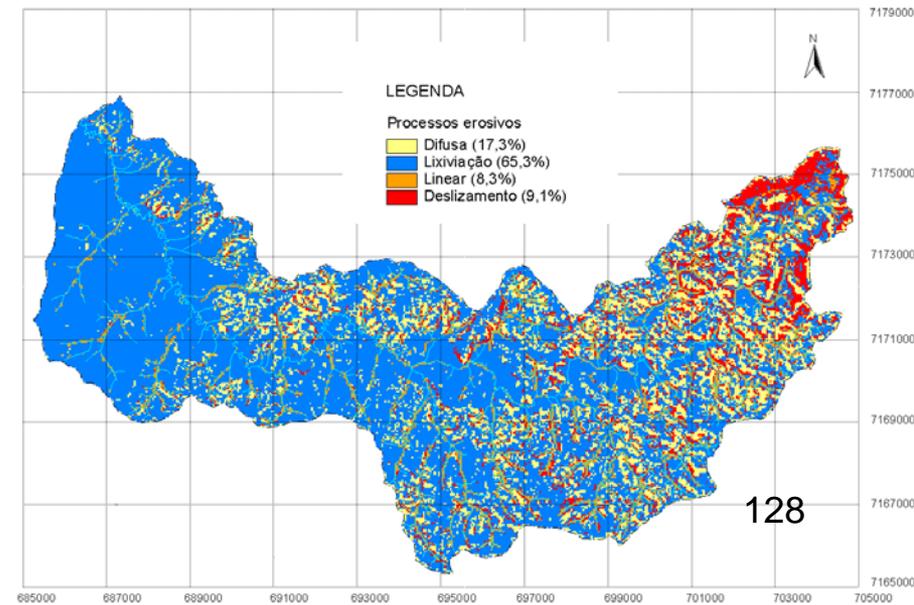
**Redução de desastres naturais**

## 2.4. Duas principais atividades na hidrologia

### (1) Monitoramento



### (2) Modelagem



# (1) Monitoramento

- Monitoramento: É feita a medição contínua dos processos (variáveis hidrológicas e meteorológicas) que permitem o conhecimento das características hidrológicas e possibilita a modelagem.



Monitoramento na bacia do campus da UFSC

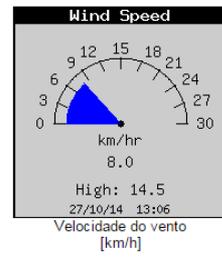
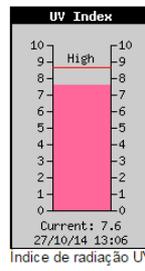
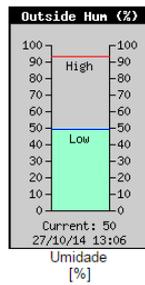
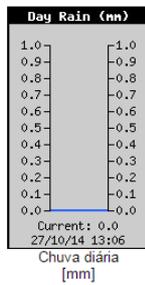
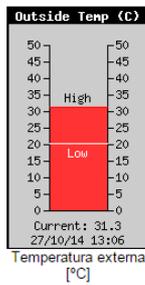


**Estação Meteorológica - Centro - Rio dos Cedros/SC**

[Parâmetros](#) | 
 [Precipitação](#)

[Relatório do mês anterior](#) | 
 [Relatório do mês atual](#) | 
 [Relatório do ano anterior](#) | 
 [Relatório do ano atual](#)

Dados instantâneos atualizados a cada 5 minutos:



Download dos dados:

[Últimos 2 dias](#) | 
 [Últimos 8 dias](#)

<http://prefeiturardc.tpa.com.br/estacaoriocedros.html>

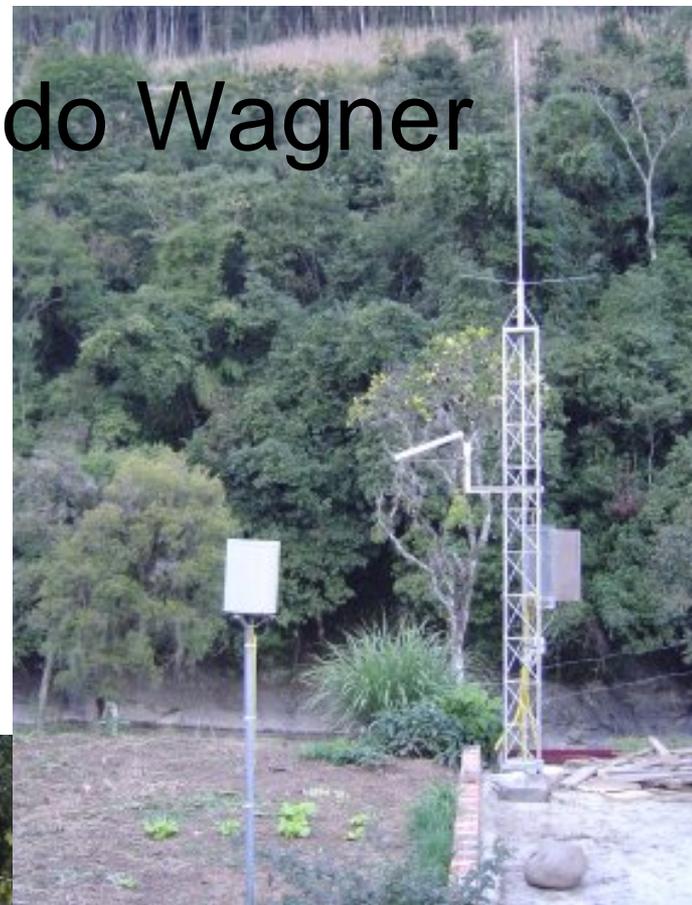
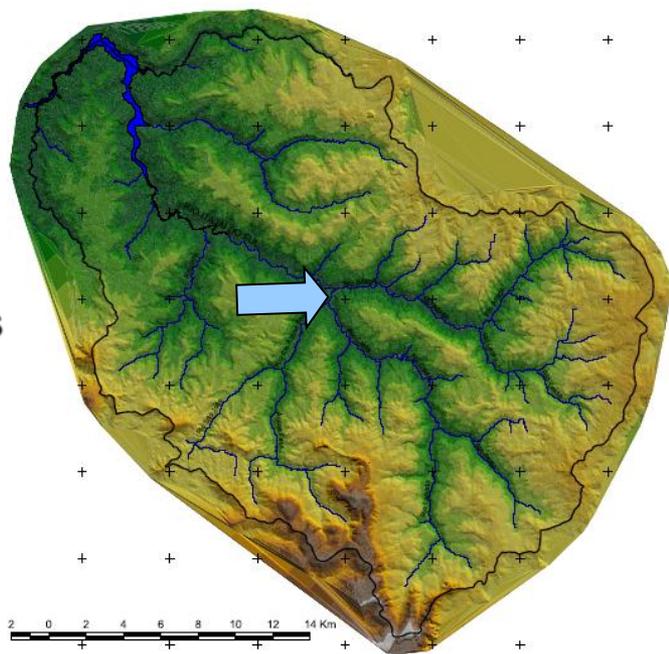
**ESTÇÃO METEOROLÓGICA - Rio dos Cedros - Centro**  
 <Todas as Variáveis>

<p>Instantâneo</p> <p>Temperatura Externa [°C]</p>	<p>Últimas 24 horas</p> <p>Temperatura Externa [°C]</p>	<p>Instantâneo</p> <p>Índice de Calor [°C]</p>	<p>Últimas 24 horas</p> <p>Índice de Calor Externo [°C]</p>
<p>Instantâneo</p> <p>Ponto de Orvalho [°C]</p>	<p>Últimas 24 horas</p> <p>Ponto de Orvalho [°C]</p>	<p>Instantâneo</p> <p>Umidade Externa [%]</p>	<p>Últimas 24 horas</p> <p>Umidade Externa [%]</p>

# Estação Águas Frias, Alfredo Wagner

Estação pluviométrica e  
fluviométrica

Águas Frias



# MEDIÇÕES DE VAZÃO



# Monitoramento

## Precipitação Interna



## Escoamento de tronco

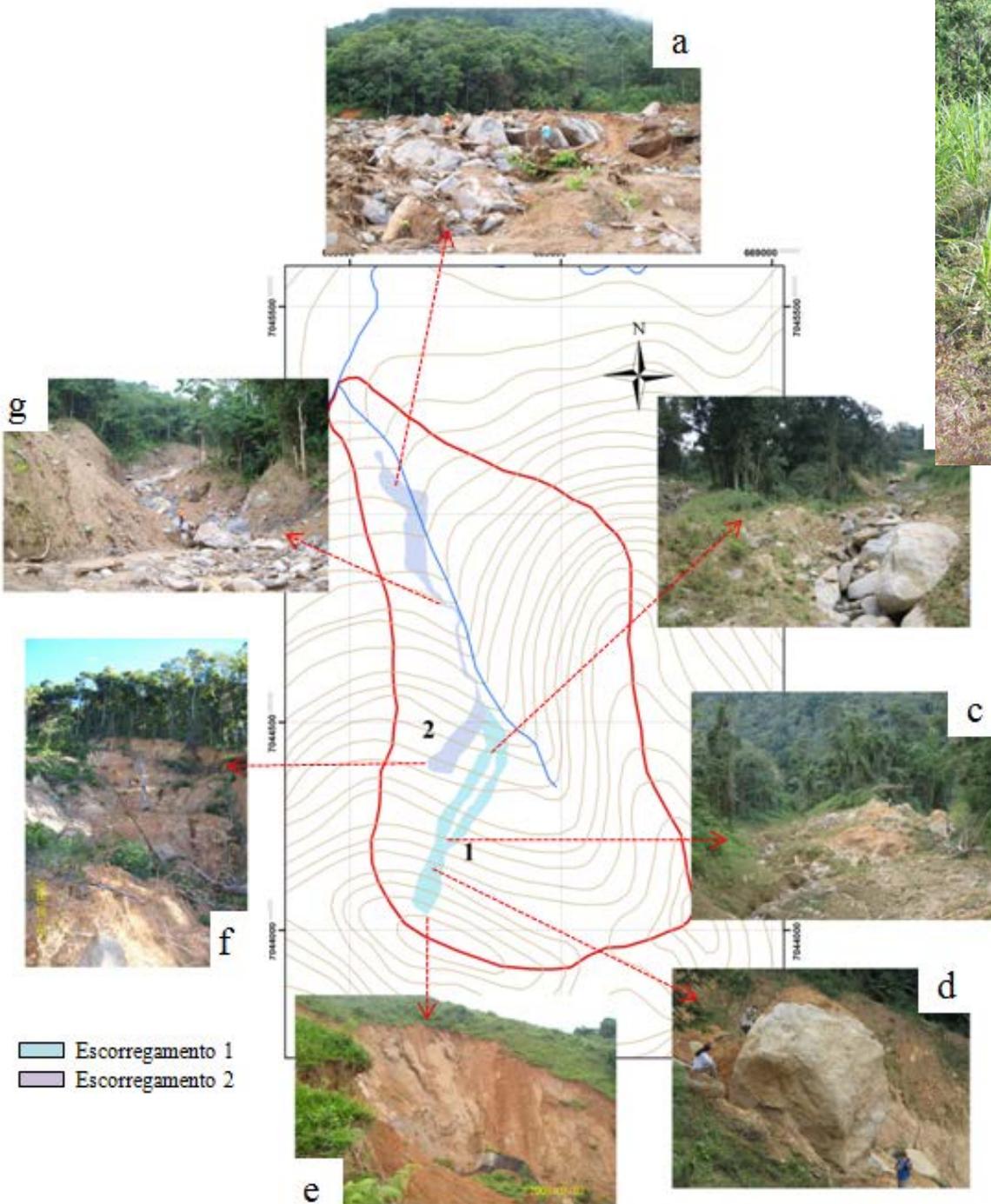




# Obtenção dos Parâmetros ambientais

- Coleta de amostras não deformadas de solo





## (2) Modelagem

- A modelagem é feita através dos dados de chuva e vazão obtidos pelo monitoramento e estudo prévio das características da região. Com estes dados são calculados valores através de fórmulas matemáticas e com esses valores calculados é feito o modelo matemático no computador.
- Os modelos são tentativas de imitar ou representar um fenômeno que acontece na realidade, e assim, ajudam a compreender esse fenômeno e inclusive, fazer previsões.

# Tipos de Modelagem

- **Modelagem física** - Modelos físicos ou reduzidos
- **Modelagem matemática** - Métodos analíticos e numéricos
  - Vantagens: (1) facilidade de execução;
  - (2) baixo custo;
  - (3) rápida obtenção dos resultados;
  - (4) execução possível de experimentos inviáveis na prática;
  - (5) previsão dos fenômenos ( $\Rightarrow$  elaboração de RIMAs).

**Calibração:**

**Validação:**

**Simulação:** A execução do modelo (previsão do tempo).

# Modelos físicos



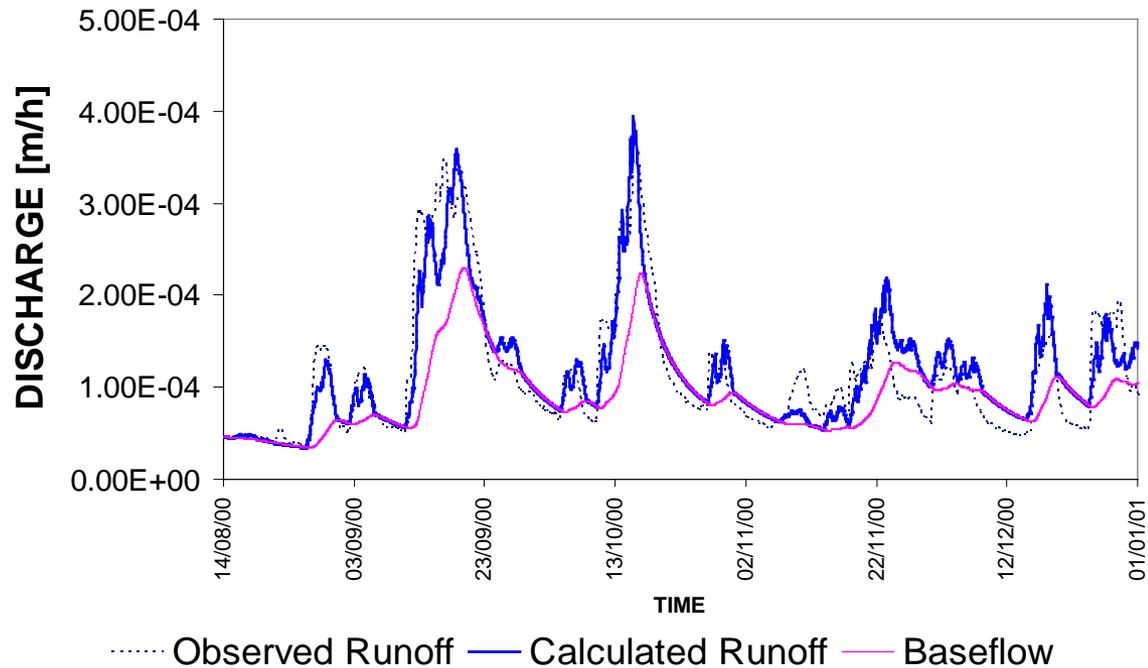
**Modelo matemático:** (A) a parte inicial do programa do HYCYMODEL escrito em FORTRAN ; (B) um exemplo dos dados de entrada (precipitação e vazão).

C DISCHARGE ESTIMATION PROGRAM BY HYCYMODEL	1,9.91,7.22
C WRITTEN BY Y. FUKUSHIMA ON JANUARY 13,1990	1,8.48,10.98
C DATA STEP NUMBERS	1,8.42,8.72
PARAMETER (IM=364)	1,8.27,6.54
C CONTROLLABLE PARAMETERS ON HYCYMODEL	1,7.33,4.36
PARAMETER (C=0.02,D16=1,D50=4,	1,1.56,4.56
* AK1X=2,AK2X=95,AK3X=45,AK4X=1240)	1,9.10,6.54
C FIXED PARAMETERS ON HYCYMODEL	1,12.36,19.3
PARAMETER (Z=1.E-7,P12=0.6,P4=0.98)	1,12.31,9.95
C PARAMETERS ESTIMED NET RAINFALL AT HILLSLOPE SURFACE	1,7.81,5.00
PARAMETER (AT=0.97,AS=0.11,BT=1.44,BS=0.18,EVI=0.16)	1,5.79,4.20
PARAMETER (STAD=0.999,STOR=0.2)	1,0.00,3.82
C PARAMETER ESTIMATED TRANSPIRATION	1,0.00,3.09
PARAMETER (PTA=35,PTB=10,PTC=50,Q4C=15)	1,0.00,2.90
C DIMENSION MAKING	1,1.05,6.11
DIMENSION RR(IM),RT(IM),RE(IM),QC(IM),QO(IM),	1,12.43,7.97
* QD(IM),QB(IM),Q1(IM),Q2(IM),Q4(IM),QH(IM),QCH(IM).	1,10.72,9.44
.	1,6.62,4.36
.	1,6.16,3.27
.	1,9.99,8.21
SUBROUTINE TRPRT(E,JM,C1,C2,C3)	1,9.15,6.74
C-----	1,4.69,10.71
C	1,4.46,12.77
C MONTHLY TRANSPIRATION	1,5.28,6.30
PARAMETER (PAI=3.14159)	1,11.42,5.00
DIMENSION E(JM)	1,9.27,6.11
DO I=1,JM	1,5.79,4.20
E(I)=1.0*(C1+C2*SIN(PAI/6.*(FLOAT(I)-C3)))	
I CONTINUE	
RETURN	
END	
C-----	
.	
.	
.	

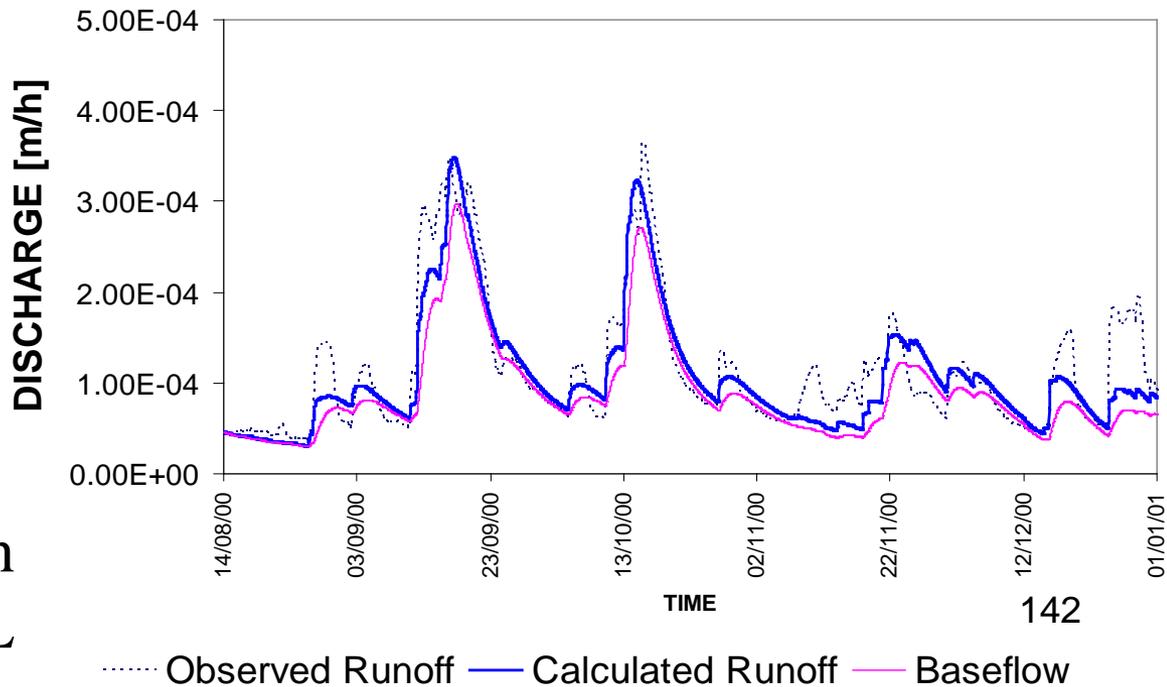
(A)

(B)

## Hydrograph separation with TOPMODEL



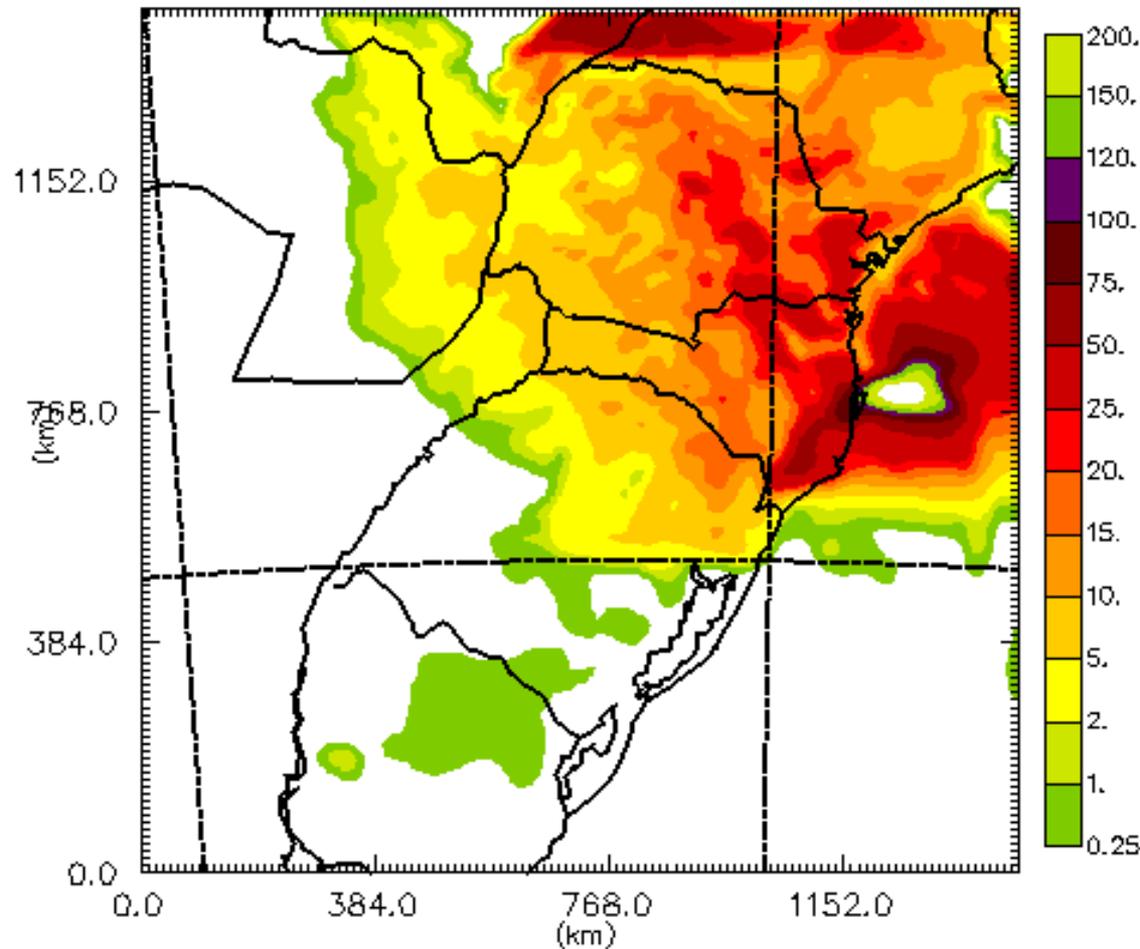
## Hydrograph separation with HYCYMODEL



# Resultado (chuva) da modelagem matemática com ARPS (HAAS, 2004. não publicado)

12:00Z Sab 20 Mar 2004

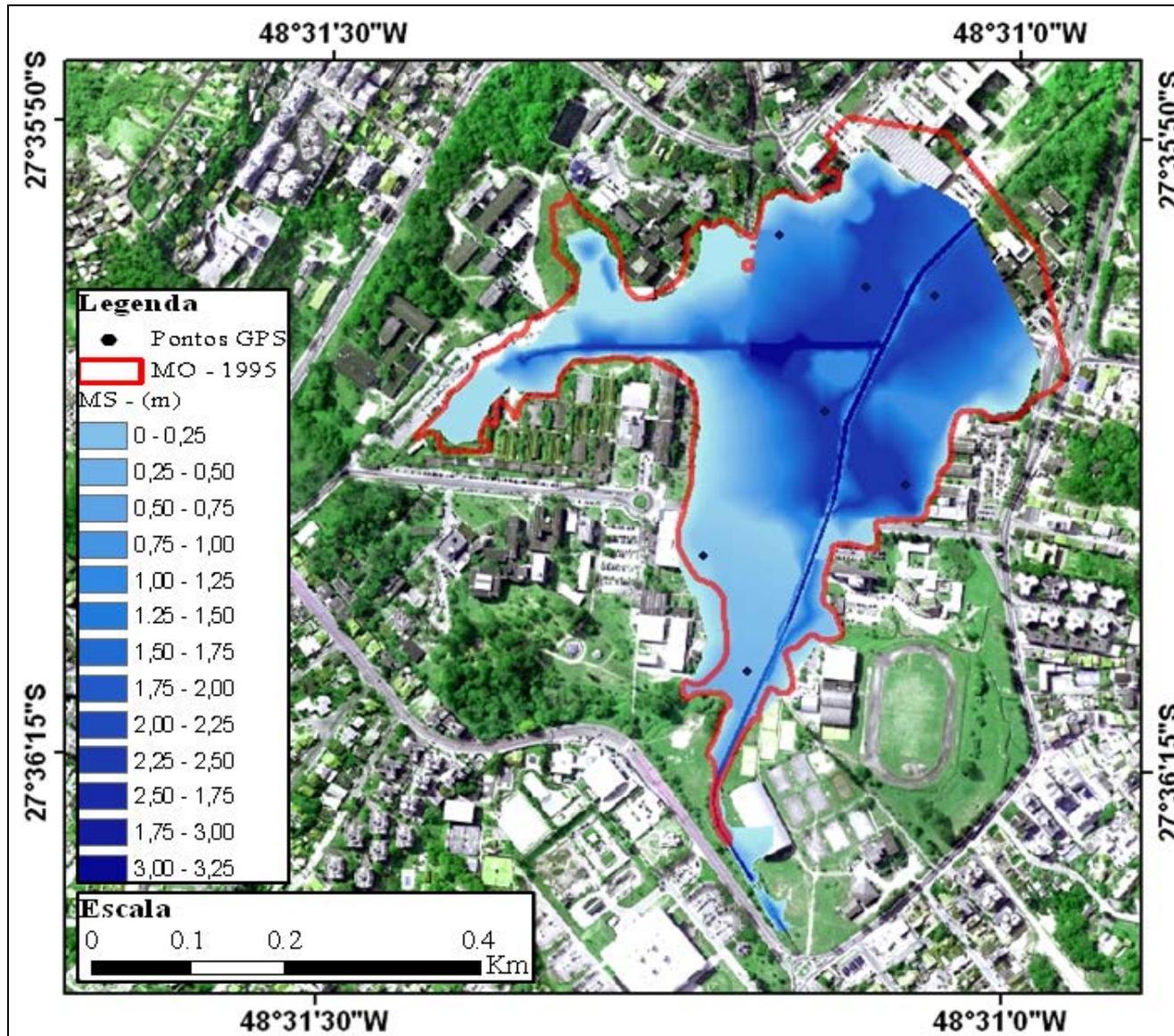
T=129600.0 s (36:00:00)

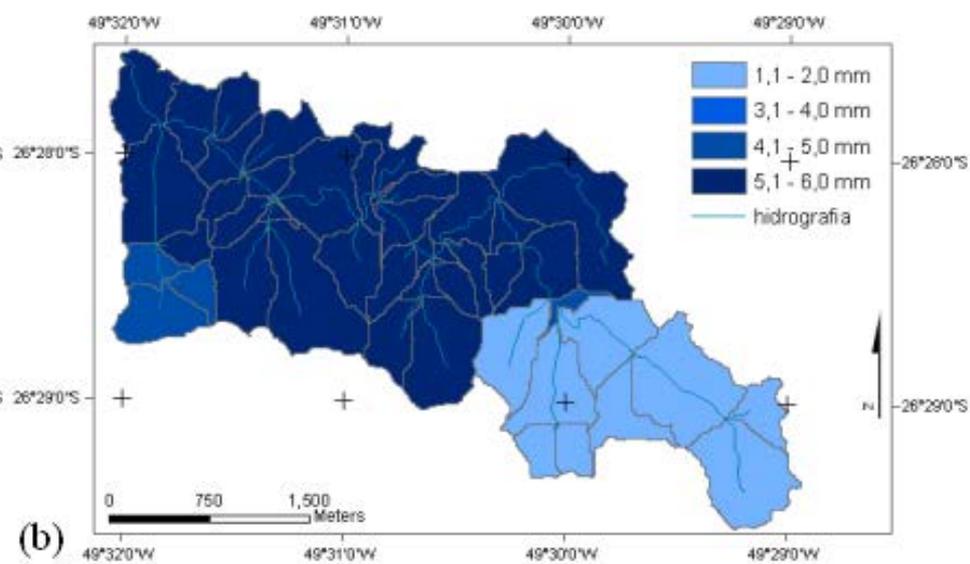
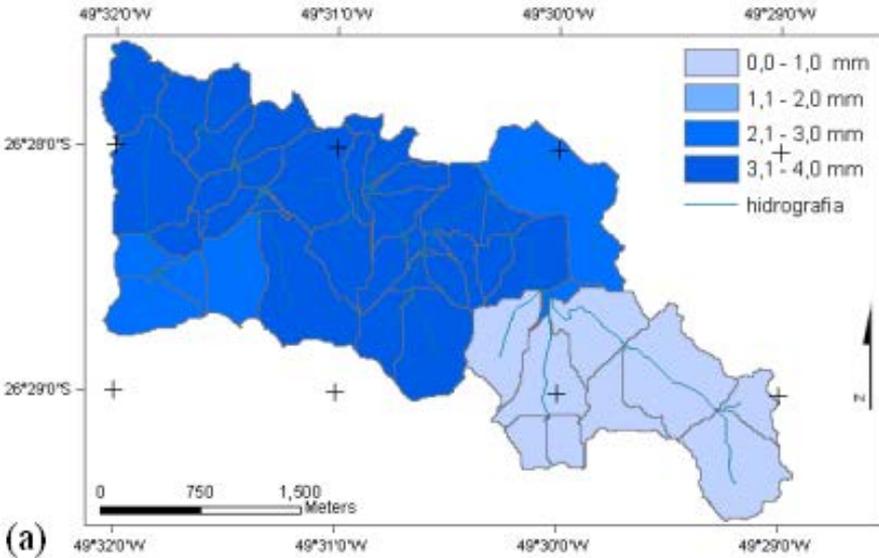


Total Rainfall (mm, SONBREADO)

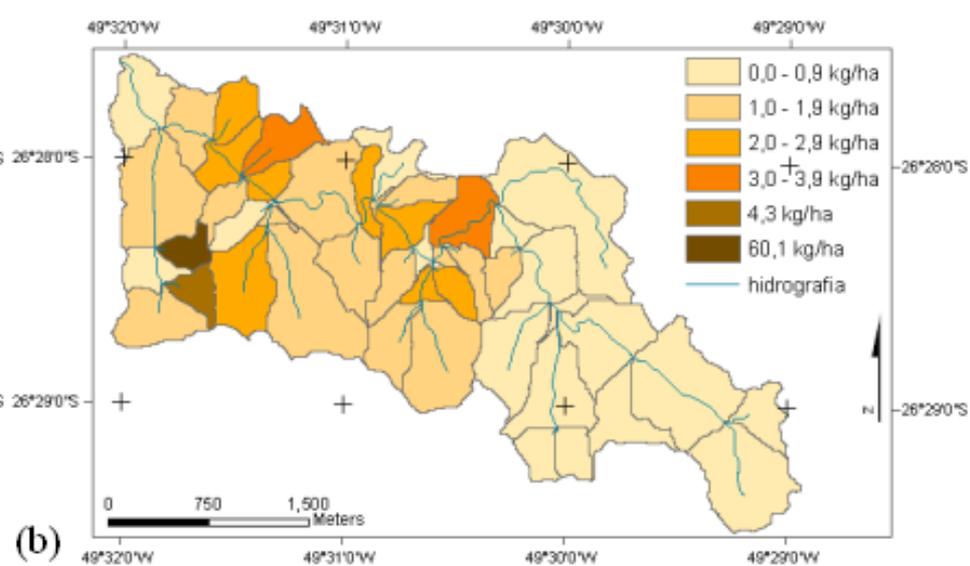
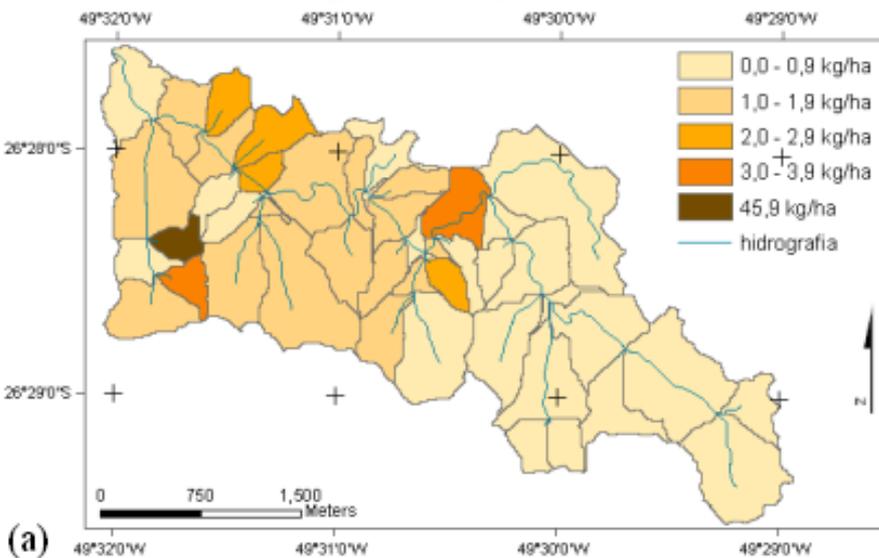
MIN=0.00 MAX=271.

# Área de inundação observada e simulada na região do Campus da UFSC em Florianópolis - SC





Produção de água: (a) julho de 2007; e (b) dezembro de 2007.

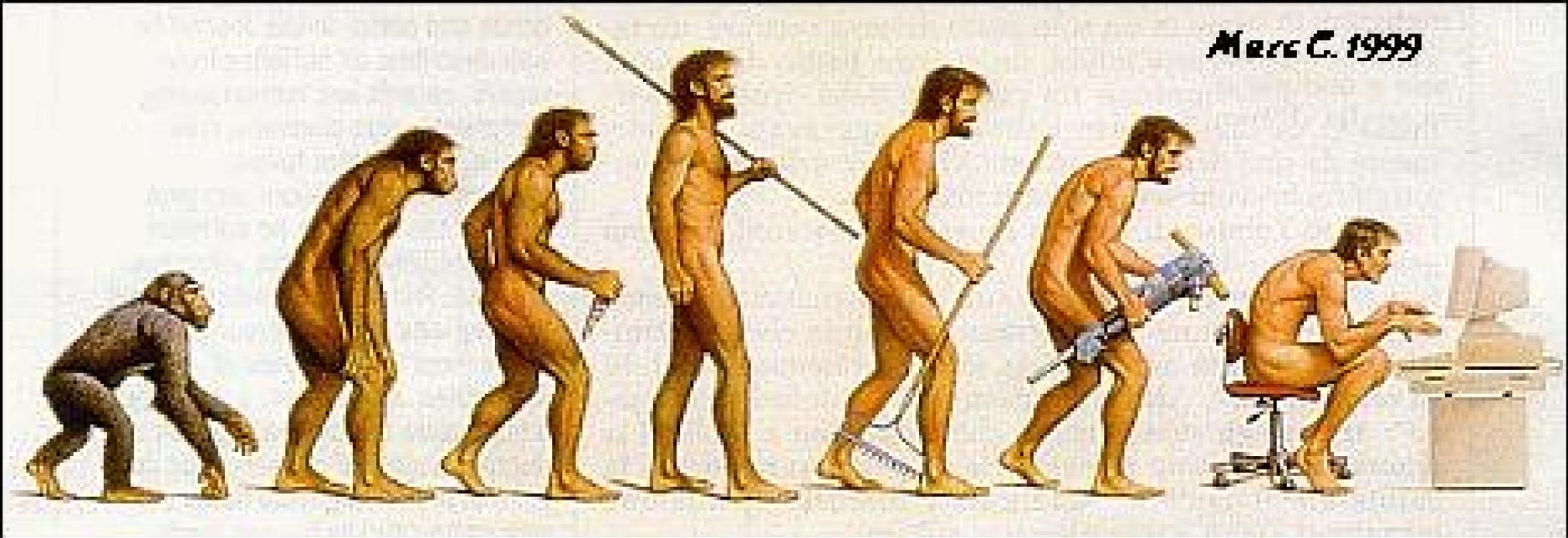


Produção de sedimentos: (a) julho de 2007; e (b) dezembro de 2007.

A modelagem e o monitoramento não se confrontam, passando a serem métodos científicos mutuamente complementares, efetuados sempre paralelamente.

## A EVOLUÇÃO DO HOMEM

*Marc C. 1999*



↑  
Só  
monitoramento

↑  
Monitoramento + Modelagem  
**IDEAL!**

↑  
Só  
modelagem

**Hidrologia é:**

**uma das geociências, que trata do ciclo hidrológico que ocorre em bacias hidrográficas, e também uma das ciências que contribui no gerenciamento de bacias hidrográficas e recursos naturais.**

**Engenharia hídrica é:**

**aplicação da hidrologia para adequações espaciais e temporais, qualitativas e quantitativas dos padrões de disponibilidades aos padrões das necessidades hídricas**



Boa noite!